



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

SANNA RANKI

OPTIMOINTIOHJELMISTOJEN KÄYTETTÄVYYS JA  
LIIKETOIMINTAMAHDOLLISUUDET KUNTAORGANISAATIOSSA  
Diplomityö

Tarkastaja: professori Kaisa Väänä-  
nen-Vainio-Mattila  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta-  
neuvoston kokouksessa 8. kesäkuu-  
ta 2011

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Tietotekniikan koulutusohjelma

**RANKI, SANNA:** Optimointiohjelmistojen käytettävyys ja liiketoimintamahdollisuudet kuntaorganisaatiossa

Diplomityö, 79 sivua, 4 liitesivua

Elokuu 2011

Pääaine: Käytettävyys

Tarkastaja: professori Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila

Avainsanat: Logistiikka, optimointi, käyttäjäkeskeisyys, liiketoiminta

Työn päätavoitteena on selvittää käyttäjäkeskeisen lähestymistavan avulla, millaisia optimoinnin sovelluskohteita Tampereen kaupungin toiminnassa on ja voisiko niistä rakentaa liiketoimintaa Tampereen Logistiikalle. Tavoitteeseen on tarkoitus päästä niin teoreettisen kirjallisuustutkimuksen kuin empiirisen tapaustutkimuksen avulla.

Teoreettisessa osuuden alussa esitellään kuntasektoria yleisesti sekä erityisesti optimoinnin näkökulmasta. Teoriaosuus jatkuu syventäen ymmärrystä optimoinnista sekä kattavalla katsauksella käytettävyystutkimuksen menetelmistä. Empiirisessä osuudessa on esitetty tuloksia käyttäjätarvetutkimuksesta sekä optimointiohjelman heuristisesta arviosta. Työn lopussa on tutkittu käytännön tapaustutkimuksilla (ryhmäkuljetukset, liikkuvan henkilöstön optimointi ja päivän palvelujärjestys) kaupungin mahdollisia optimointikohteita.

Tehdyn tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että kaupungin toimialassa on paljon kohteita, joissa optimointia voidaan hyödyntää. Tietyn tyyllisissä tapauksissa optimoinnin hyödyntäminen on mahdollista aloittaa saman tien, ja tulokset ovat asiakkaan kannalta merkittäviä. Toisaalta suuri osa kaupungin optimointiongelmista on niin laajoja ja monimuotoisia, että niiden mallintaminen optimointiohjelman vaatimaan muotoon on erittäin vaativaa. Ohjelmistot ovat kehittyneet viime vuosina paljon, joten lähitulevaisuudessa on odotettavissa paremmin kunnallisiin optimointiongelmiin soveltuvia sovelluksia, ja sitten optimointi tulee varmasti olemaan suuressa roolissa kunnan toiminnassa. Tutkimuksessa tehtyjen laskelmien perusteella liikkuvan henkilöstön optimoinnissa on kaikkein suurin liiketoimintapotentiaali tällä hetkellä. Alan ongelmat ovat sellaisia, että markkinoilla olevia ohjelmistoja pystyy hyödyntämään niiden ratkaisemisessa tehokkaasti ja myös käyttäjien asenteet ovat positiivisen odottavia optimoinnin suomen mahdollisuuksien suhteen.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Information Technology

**RANKI, SANNA:** The usability and the business potential of optimization software in a municipal organization

Master of Science Thesis, 79 pages, 4 Appendix pages

August 2011

Major: Usability

Examiner: Professor Kaisa Väänänen-Vainio-Mattila

Keywords: Logistics, optimization, user-centeredness, business

The main goal of this master's thesis is to find out by using user-centred methods is it possible to use optimization in city of Tampere's functions. It is also been explored could optimization work as a business to Tampereen Logistiikka. The goal is going to be reached by using theoretical literature research and also empirical case study.

The theoretical section begins with a review of municipal area, specialized on optimization's point of view. Section continues with an optimization chapter and a comprehensive review of the usability research methods. The empirical section begins with the results of user needs survey and heuristic evaluation of ArcLogistics software. At the end of thesis are case studies (Group transportation, optimization of moving staff and schedule of a work day) and their results of potential optimization targets in city of Tampere.

Based on the results of this thesis, one can say, that the optimization could be widely utilised in municipal area. In some cases, optimization can be used immediately and the results will be full of promise to the customer. On the other hand, parts of municipality's optimization problems are wide and complicated, that the modelling of them to the required form is very challenging. Software companies have developed their products very much in past years, so in future one could have software that fits very well to municipal optimization problems. It could be said, that the optimization will have a big role in municipalities' functions. Made calculations showed that optimization of moving staff have most worthy business potential. Optimization softwares are mostly made to solve this kind of problems and also users' attitude towards the optimization is expectant and extremely positive.

## ALKUSANAT

Wau, kirjoitan diplomityön viimeistä osiota eli alkusanoja. Välillä meinasi usko loppua kesken projektin, mutta nyt saa olla erittäin tyytyväinen valmiiseen työhön.

Haluan kiittää Tampereen Logistiikkaa, erityisesti Reko Marttia ja Erkki Harjua mahdollisuudesta tehdä tämä työ. Olen oppinut paljon ja olen saanut apua aina kun olen tarvinnut. Loistavia työkavereita ei sovi myöskään unohtaa, tästä on kiva jatkaa. Tapaustutkimusyritykset ansaitsevat myös suuren kiitoksen vaivannäöstään ja yhteistyöstä.

Työn rahoittamisesta kiitos kuuluu Tampereen teknillisen yliopiston tukisäätiölle ja työn tarkastamisesta puolestaan professori Kaisa Väänänen-Vainio-Mattilalle. Kiitos!

Lopuksi haluan vielä muistaa vanhempiani ja siskoani: olette jaksaneet ahkerasti kysellä, että milloin valmistun, joten pakko on ollut edetä opinnoissa. Kyllä, kohta valmistun. Ja hei, ystävät: ilman teitä en olisi järjissäni, olette parhaita!

Tampereella 18.8.2011

Sanna Ranki

# SISÄLLYS

1	Johdanto.....	1
1.1	Tutkimuksen tausta.....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja aiheen rajausta .....	2
1.3	Tutkimusmenetelmät ja -prosessi.....	3
1.4	Diplomityön rakenne .....	4
2	Kuntasektorin logistiikka ja optimointitarpeet .....	5
2.1	Kuntaorganisaatio ja hallinto .....	5
2.2	Kuntalogistiikka .....	8
2.3	Tilaaaja-tuottajamalli .....	9
2.4	Optimointi kunta-alalla.....	11
2.5	Optimointipalvelun käyttäjäryhmät ja roolit.....	16
3	Optimointi.....	17
3.1	Strateginen, taktinen ja operatiivinen optimointi .....	18
3.2	Optimointiongelmia.....	18
3.2.1	Kauppamatkustajan ongelma.....	18
3.2.2	Ajoneuvon reititysongelma .....	19
3.3	Optimointimenetelmät .....	21
3.3.1	Heuristiset optimointimenetelmät.....	21
3.3.2	Metaheuristiset optimointimenetelmät.....	23
3.4	Optimointiohjelmistot.....	24
3.4.1	Optimointiohjelmistojen vertailututkimuksia.....	24
3.4.2	ESRI – ArcLogistics .....	28
3.4.3	ProComp – R <sup>2</sup> optimointi.....	29
3.4.4	SPIDER.....	29
4	Käyttäjäkeskeinen suunnittelu .....	30
4.1	Peruskäsitteet .....	30
4.2	Menetelmiä .....	32
4.2.1	Havainnointi .....	33
4.2.2	Kysely .....	34
4.2.3	Haastattelu .....	35
4.2.4	Heuristinen arviointi .....	37
4.3	Johtopäätökset.....	38
5	Käyttäjätarvetutkimus optimoinnin hyödyntämisestä kuntaorganisaatiossa.....	39
5.1	Esimiehet .....	40
5.2	Työntekijät .....	42
5.3	Yhteenveto .....	44
6	Arc Logistics ohjelman heuristinen arviointi .....	46
6.1	Heuristiikat.....	46
6.2	Heuristinen arviointi.....	48
6.3	Yhteenveto .....	53

7	Tapaustutkimus optimoinnin soveltuvuudesta kunnallissektorille .....	54
7.1	Ryhmäkuljetukset – Kesäpäivä pilotti.....	55
7.1.1	Esittely.....	55
7.1.2	Tavoitteet.....	56
7.1.3	Tulokset.....	57
7.2	Liikkuvan henkilöstön päivittäinen optimointi .....	60
7.2.1	Esittely.....	60
7.2.2	Tavoitteet.....	61
7.2.3	Nykytilan mallinnus .....	61
7.2.4	Tuloksia.....	62
7.3	Päivän palvelujärjestys .....	66
7.3.1	Esittely.....	66
7.3.2	Tavoitteet.....	67
7.3.3	Tapauksen suoritus.....	67
7.3.4	Tuloksia.....	68
7.4	Liiketoimintamahdollisuudet .....	70
8	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	73
8.1	Tulosten yhteenveto.....	73
8.2	Työn arviointi.....	74
	Lähteet.....	76

Liite A Kesäpäivä henkilökunnan haastattelu / Käyttäjätarvetutkimus

Liite B Esimiesten haastattelu / Käyttäjätarvetutkimus

Liite C Työntekijän haastattelu / Käyttäjätarvetutkimus

Liite D Kaavake työn nykytilan mallintamiseen / Tapaus 2

## TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

BA	Best-Accept, paras yritys. Optimoinnin parantamismenelmässä käytetty ratkaisun hyväksymismenetelmä.
CVRP	Capacitated Vehicle Routing Problem
DCVRP	Distance Constrained Vehicle Routing Problem
ERHO	Tampereen kaupungin erityistä hoitoa ja opetusta tarvitsevien lasten ja nuorten hoivayksikkö.
FA	First-Accept, ensimmäinen yritys. Optimoinnin parantamismenelmässä käytetty ratkaisun hyväksymismenetelmä.
GA	Genetic Algorithm, geneettinen algoritmi. Metaheuristiikka
HENKSELI	Henkilöliikenteen selvittämistyöryhmä (Tampere)
Kutsuohjattu joukkoliikenne	Asiakastarpeen mukaan reitittyvä julkinen joukkoliikenne.
KVTES	Kunnallinen yleinen virka- ja työehtosopimus
NP	Non-deterministic polynomial. Epädeterministinen ongelma, jonka voi ratkaista polynomisessa ajassa.
SA	Simulated Annealing, simuloitu jäähtytys. Metaheuristiikka
Tapaustutkimus	Case –study, empiirinen tutkimusote, joka tutkii todellisuutta, tapahtumaa ja toimivia ihmisiä todellisessa kontekstissa.
Tilaaaja-tuottajamalli	Toimintamalli, jossa kunta toimii palveluiden järjestäjänä.
TSP	Traveling Salesman problem, kauppamatkustajan ongelma
UCD	User Centered Design, käyttäjäkeskeinen suunnittelu. ISO 13407:1999 standardissa määritelty suunnittelutapa, jossa lähtökohtana pidetään käyttäjää ja hänen tarpeitaan.
VRP	Vehicle Routing Problem
VRPB	Vehicle Routing Problem with Backhauls
VRPBTW	Vehicle Routing Problem with Backhauls with Time Windows
VRPPD	Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery
VRPPDTW	Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery with Time Windows
VRPTW	Vehicle Routing Problem with Time Windows

# 1 JOHDANTO

Logistiikka on ala, joka vaikuttaa enemmän tai vähemmän jokaisen ihmisen arkipäivään. Yksinkertaistettuna logistiikkaa voi ajatella tuotteiden hankintaan, tuotantoon ja jakeluun liittyvinä materiaali-, tieto- ja pääomavirtoina. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että ihmiset ovat päivittäin tekemisissä logististen toimintojen kanssa ja joutuvat myös osallistumaan kustannuksiin, joita logistiikasta aiheutuu. Esimerkkeinä mainittakoon elintarvikkeiden kuljettaminen vähittäismyymälään, julkinen joukkoliikenne sekä yleisen infrastruktuurin ylläpito.

Onkin selvää, että ihmisten kuten myös ympäristön hyvinvoinnin sekä kuntien talouden kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että logistiset operaatiot ovat toimivia ja tehokkaita. Tähän voidaan vaikuttaa optimoinnin avulla, joka tarkoittaa parhaimman mahdollisen toimintavaihtoehdon löytämistä (Tcheng et al. 1989). Kaupallisella puolella optimointisovelluksia on käytetty jo vuosien ajan, mutta kunnallisella sektorilla ollaan vasta aloittamassa optimoinnin hyödyntämistä. Yksi syy siihen, että optimointia ei käytetä kunnissa laaja-alaisesti, on se, että kunnallisella sektorilla optimointiongelmat ovat hyvin laajoja ja ne vaativat ohjelmistolta erityisominaisuuksia kuten erilaisten kulkutapojen mallintamista verrattuna kaupallisen puolen ongelmiin (Bräysy 2007). Optimoinnilla on kuitenkin tutkimusten (Bräysy et al. 2009, Bräysy & Porkka 2007) mukaan saavutettavissa huomattavia säästöjä muun muassa ajokilometreissä sekä henkilöstön määrässä.

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Tampereen Logistiikka (<http://www.tampereenlogistiikka.fi>) on Tampereen kaupungin liikelaitos, jonka ydinosamista ovat logistiset palvelukokonaisuudet henkilöliikenteen, hankintapalvelujen, materiaalihuollon ja konevuokrauksen osa-alueilla. Yrityksen toiminta-ajatuksena on asiakkaiden tarpeiden tunnistaminen ja niihin vastaaminen laadukkailla ja kilpailukykyisillä palvelukokonaisuuksilla henkilöliikenteen, hankintapalvelujen, materiaalihuollon ja konevuokrauksen osa-alueilla.

Tampereen kaupungilla henkilöstö liikkuu paikasta toiseen eri kulkuvälineillä hyvin paljon, tuhannet työntekijät tekevät vuorotyötä, kaupunkiin rakennetaan uusia alueita ja varastoihin varastoidaan tavaraa. Tätä kaikkea on tehty jo vuosikymmenien ajan ja osa toimintatavoista on jäänyt sille tasolle, kun ne on määritelty aikoinaan. Vuosien aikana kunnan työntekijät ovat huomanneet, että käsiteltävien tuotteiden ja tilauksien määrät ovat kasvaneet. Tämän vuoksi kaikki vanhat toimintatavat eivät ole toimivia enää nykypäivänä, sillä ihmisellä on rajalliset mahdollisuudet suunnitella asioita. On todettu, että



ihminen pystyy hallitsemaan järkevästi vain alle viiden yksikön kuljetusten reittejä, aikataulua ja tehtäväluetteloa (Bräysy 2007).

Maailmassa on tehty paljon erilaisia tietoteknisiä järjestelmiä helpottamaan ihmisen työtä, ja ohjelmistokehittäjät ovatkin viime vuosina alkaneet panostaa enenemissä määrin tuotteiden käytettävyyteen. Kilpailu alalla on kovaa ja asiakkaiden luottamus tulee saavuttaa jollain keinolla. Tuotteen käytettävyydellä tarkoitetaan mm. sen helppokäyttöisyyttä, tarkoituksenmukaisuutta, johdonmukaisuutta ja tehtävään sopivuutta. Käytettävyyttä on myös se, että käyttäjä on tyytyväinen tuotteeseen ja sen käyttämiseen. (Nielsen 1993)

Käytettävyydellä pyritään siihen, että tehokasta työaikaa käytettäisiin työn tekemiseen eikä ohjelmistojen käytön opettelemiseen tai monimutkaisten toimintojen hallintaan. On hyvin turhauttavaa ja myös resursseja tuhlaavaa jättää puolet ohjelmiston ominaisuuksista hyödyntämättä niiden monimutkaisuuden ja vaikeakäyttöisyyden takia. Käytettävän ohjelmiston pitää vähentää työhön kuluva aikaa sen kasvattamisen sijaan.

On ensiarvoisen tärkeää, että ohjelmisto tuo lisäarvoa käytettävyytensä ansiosta sen käyttäjille, mutta aivan yhtä tärkeää on se, että ohjelmiston avulla saavutettava tulos on käytettävä. Monesti ohjelmistoja käyttävät esimiesasemassa olevat henkilöt, mutta työn tuloksen kohteena ovat alaiset. On tärkeää, että työn tulos on oikeanlainen kohderyhmäänsä nähden.

Tampereen Logistiikka päätti aiemmin teettää diplomityön kunnallisten ryhmäkuljetusten toimintamallin kehittämiseksi. Tämän työn yhteydessä tuli esille optimointi ja sen mahdollisuudet kunnallissektorilla. Logistiikka haluaa olla kunta-alalla edelläkävijä ja on siksi päättänyt panostaa optimoinnin mahdollisuuksien tutkimiseen Tampereen kaupungin toiminnassa. Tähän pohjautuu tämän työn päätutkimusongelma:

- Millaisia optimoinnin sovelluskohteita Tampereen kaupungin toiminnassa on ja miten Tampereen Logistiikka voisi hyödyntää niitä liiketoiminnassa?

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja aiheen rajaus

Tämän työn tarkoituksena on selvittää käyttäjäkeskeisen suunnittelun avulla, onko optimointisovelluksen käyttöönotosta Tampereen kaupungin toiminnassa liiketoiminnaksi Tampereen Logistiikalle. Työn tavoitteet ovat:

- Esittää laskennallisia hahmotelmia siitä, kuinka paljon optimointi voisi parantaa toiminnan tuottavuutta
- Määrittää käyttäjien toiveita ja odotuksia optimoinnin tuomista muutoksista työn tekemiseen

- Kartoittaa optimointiin soveltuvia kohteita Tampereen kaupungin toiminnassa
- Selvittää, mitä lisäarvoa optimoinnin käyttöönottoaminen toisi operatiiviseen toimintaan
- Vertailla olemassa olevia optimointiohjelmistoja sekä kirjallisuuden että käytännön työn avulla
- Optimoida tapaustutkimusten lähtötietoja kolmella eri ohjelmistolla

Koska Tampereen kaupungin toimintakenttä on hyvin laaja, tässä työssä luodaan vain yleiskatsaus optimoitaviin kohteisiin kaupungin toiminnassa. Potentiaalisimpia alueita tutkitaan tarkemmin kolmessa tapaustutkimuksessa: Kesäpäivä, joka on erityislusten kesäajan päivähoitokuljetus -projekti, Kaukajärven alueen kotihoito sekä Pirkanmaalainen jakeluyritys.

Ohjelmistojen vertailuun on valittu kolme eri optimointiohjelmistoa: ArcLogistics (<http://www.esri.fi>), R<sup>2</sup>-Optimointi (<http://www.r2optimointi.fi>) ja SPIDER (<http://www.spidersolutions.no>), joiden ominaisuuksia vertaillaan toisiinsa. Ohjelmistot on valittu niiden saatavuuden perusteella.

Kolmantena rajaavana elementtinä työssä on tuotteen käyttäjät. Tutkimusta tehdään kahden loppukäyttäjäröhmän (optimoinnin suunnittelijat ja operatiivisen työn tekijät) näkökulmasta, sillä he joutuvat olemaan eniten optimoinnin kanssa tekemisissä sekä tekemään työtä optimointiohjelmiston tekemän ehdotuksen mukaan.

### 1.3 Tutkimusmenetelmät ja -prosessi

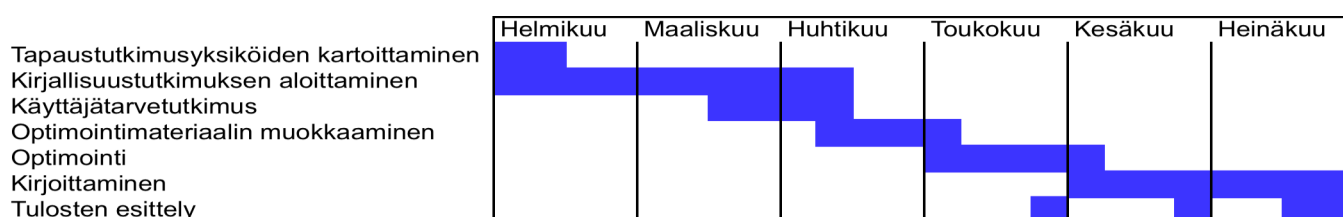
Työ koostuu teoreettisesta kirjallisuustutkimuksesta sekä empiirisestä tutkimusosuudesta. Teoreettisessa osuudessa käsitellään niitä teorioita, jotka tukevat empiirisen osuuden kehittämistä. Teoriaosuudessa tutustutaan myös jo olemassa oleviin tutkimuksiin aiheesta ja niiden tuloksiin.

Työn empiirisessä osassa työskennellään tiiviisti käyttäjien kanssa. Käyttäjiä ovat mm. Tampereen Logistiikan henkilökunta sekä Tampereen kaupungin työntekijät. Käyttäjiä haastatellaan sekä yksittäin että ryhmässä ja heidän vaatimuksiaan selvitetään kyselyn avulla. Mahdollisesti käyttöönotettavaa tuotetta arvioidaan heuristisesti tulevat loppukäyttäjät huomioiden.

Empiirisen tutkimuksen tärkein anti tulee kolmesta tapaustutkimuksesta (case study), jossa tutkitaan optimointisovelluksen tarjoamia ratkaisuja ja vertaillaan niitä laadullisesti nykytilanteeseen. Vertailua suoritetaan ajankäytössä, kilometreissä, henkilöstön määrässä sekä kokonaiskustannuksissa.

Tutkimusprosessi alkoi tapaustutkimusyksiköiden kartoituksella sekä kirjallisuustutkimuksen tekemisellä. Kirjallisuudesta haettiin ymmärrystä optimointiin sekä kuntasektoriin. ArcLogistics ohjelmisto saatiin käyttöön heti prosessin alkuvaiheessa, joten siihen tutustuminen ja heuristisen arvioinnin tekeminen aloitettiin heti projektin alussa.

Kun oli tiedossa minkä yksiköiden kanssa tämän työn tapaustutkimusta lähdettiin tekemään, aloitettiin käyttäjätarvetutkimuksen suunnitteleminen. Käyttäjiä haastateltiin ja samoihin aikoihin saatiin yksiköiltä materiaalia, jota alettiin optimoida. Optimoinnit tehtiin ennen varsinaisen kirjoitusprosessin tekemistä.



Kuva 1.1 Diplomityöprosessin eteneminen.

## 1.4 Diplomityön rakenne

Tutkimus jakautuu kahteen osuuteen: teoreettiseen kirjallisuuskatsaukseen (luvut 2-4) ja empiiriseen tutkimukseen (luvut 5-7). Lopuksi esitellään tutkimuksen tulokset ja arvioidaan sen onnistumista.

Luvussa kaksi tutustutaan kuntaorganisaatioon yleisesti sekä Tampereen kaupungin näkökulmasta. Luvun lopussa on määritelty työssä käytettävät käyttäjäryhmät. Luku kolme keskittyy optimointiin. Teksti kertoo mitä optimointi on ja miten sitä voidaan käytännössä hyödyntää. Samalla tehdään katsaus optimointiohjelmistoihin. Neljännessä luvussa perehdytään käyttäjäkeskeiseen suunnitteluun sekä käytettävyydestutkimuksen menetelmiin, joita työssä on käytetty. Viidennestä luvusta alkaa työn empiirinen osio. Ensimmäisenä on esitelty käyttäjätarvetutkimuksen tulokset. Sen jälkeen luvussa kuusi on tulokset ArcLogisticsin heuristisesta arviosta. Seitsemännessä luvussa on esitelty tapaustutkimuksen tulokset yksityiskohtaisesti sekä pohdittu optimoinnin liiketoimintamahdollisuuksia. Luku kahdeksan sisältää yhteenvedon tutkimuksen tuloksista sekä projektin onnistumisesta.

## 2 KUNTASEKTORIN LOGISTIikka JA OPTIMOINTITARPEET

Tämä tutkimus keskittyy kunta-alalle, joten sen vuoksi on tärkeää ymmärtää kuntasektorin ja kuntalogistiikan erityispiirteitä. Tässä luvussa on esitelty kuntaorganisaatiota sekä kunnan toimintaa ja päätöksentekomenettelyä sillä tasolla, kun ne vaikuttavat erilaisten ratkaisujen tekemiseen. Tilaaja-tuottajamalli on käsitelty sen vuoksi, että Tampereen kaupungilla on kyseinen malli otettu käyttöön ja mahdollinen tuleva optimointipalvelu toimisi sen mallin mukaisesti.

### 2.1 Kuntaorganisaatio ja hallinto

Kunta on organisaatio, jossa hallinto perustuu kansalaisten perustuslaissa turvattuun itsehallintoon. Itsehallinto tarkoittaa valtion alaisilleen antamaa oikeutta hoitaa sille määrättyjä tehtäviä. Ylintä päätösvaltaa kunnissa käyttää kuntalaisten valitsema valtuusto, joka valitaan neljän vuoden välein. Kunnalla on velvollisuus hoitaa sille laissa määrätty tehtävät, mutta sen lisäksi sillä on oikeus yleisen toimialan turvin tehdä muitakin tehtäviä. Mikäli kunta halutaan velvoittaa tekemään jotain uutta, on siitä tehtävä lakimuutos, jossa kunta velvoitetaan uuden tehtävän suorittamiseen. Mainitut toiminnot jakautuvat toimialoihin seuraavasti: toiminnot, joita kunta saa tehdä, ovat yleistä toimialaa ja toiminnot, joita kunnan puolestaan täytyy tehdä, ovat erityistä toimialaa (Nakari 2008). Optimointiin soveltuvia kohteita on erityisesti erityisellä toimialalla. (Kuntalaki 1995, Oulasvirta 1992)

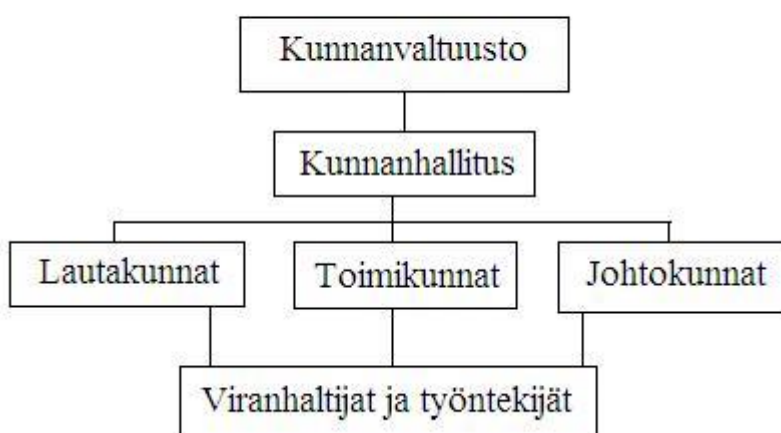
Kunnan pääasiallinen tehtävä on järjestää palveluita kuntalaisille, mutta tämän lisäksi kuntalaki määrää kunnan huolehtimaan kuntalaisten hyvinvoinnista sekä kestävästä kehityksestä. Kuntien erilaiset tehtävät voidaan jakaa kolmeen ryhmään: palvelutehtävät (julkisten palvelujen tuottaminen ja järjestäminen), viranomaistehtävät (julkisen vallan käyttö ja oikeusturva) sekä poliittiset tehtävät (kansanvaltaisuus ja ristiriitojen sovittelu). (Nakari 2008, Kuntalaki 1995)

Suomessa kuntien itsehallinto on määrätty perustuslaissa ja se turvaa jokaiselle kunnalle omat päättäjät. Ylintä valtaa kunnassa käyttää kunnanvaltuusto, joka valitaan neljän vuoden välein kunnallisvaaleilla kuntalaisten toimesta. Valtuusto puolestaan nimittää kunnanhallituksen, joka vastaa kunnan hallinnon ja taloudenhoidon sujumisesta. Valtuusto nimittää myös kunnanjohtajan, joka johtaa kunnanhallituksen alaisena kunnan hallintoa, taloutta ja muuta toimintaa. Jokaisessa kunnassa on mahdollista asettaa erilai-

sia lautakuntia, jotka koostuvat kunnan luottamushenkilöistä ja hoitavat heille määrättyjä tehtäviä. Tampereella, kuten myös koko Suomessa, on yleistymässä tilaaja-tuottajamalli, jossa lautakunnat toimivat palvelujen tilaajina eri tuottajilta. (Kuntaliitto 2006)

Kuntalain (1995) mukaan kunnan jäseniä ovat kaikki henkilöt, joiden kotikuntalaissa tarkoitettu kotikunta kyseinen kunta on sekä yhteisöt, laitokset ja säätiöt, joiden kotipaikka on kunnassa ja sen lisäksi henkilöt, jotka omistavat tai hallitsevat kiinteää omaisuutta kunnassa. Kunnan varsinaisen jäsenistön, jotka saavat äänestää kuntavaaleissa, muodostavat henkilöt, joiden virallinen kotipaikka on kunnan alueella.

### Kunnan äänioikeutetut jäsenet (kunnallisvaalit)



**Kuva 2.1 Kunnan hallinnon kaavakuva.**

Kuvassa 2.1 on esitetty kunnan hallinto kaavamaisesti. Kunnallisvaaleissa valitaan kunnanvaltuusto, joka käyttää kunnan ylintä päätösvaltaa. Tampereella valtuustoon kuuluu 67 jäsentä. Valtuuston lisäksi kunnan poliittiseen tasoon kuuluvat kunnanhallitus sekä erilaiset lautakunnat. Kunnanhallitus, johon kuuluu Tampereella pormestarin lisäksi 10 valtuuston valitsemaa jäsentä, toimeenpanee valtuuston tekemät päätökset. Suorittavaan tasoon kunnassa kuuluvat viranhaltijat ja työntekijät, jotka vastaavat palveluiden tuottamisesta. Näiden tasojen väliin jää vielä hallinnollinen taso. (Oulasvirta 1992, Tampereen kaupunki 2011b) Kuvassa 2.2 on esitelty Tampereen kaupungin organisaatio. Siitä näkee hyvin käytännön toteuman kunnan hallinnon kaavakuvasta. Eri tasot on eroteltu selkeästi ja niiden alle on laitettu todellisia yksiköitä, jotka kyseisestä toiminnasta vastaavat.



**Kuva 2.2 Tampereen kaupungin organisaatio.** (Tampereen kaupunki 2011a)

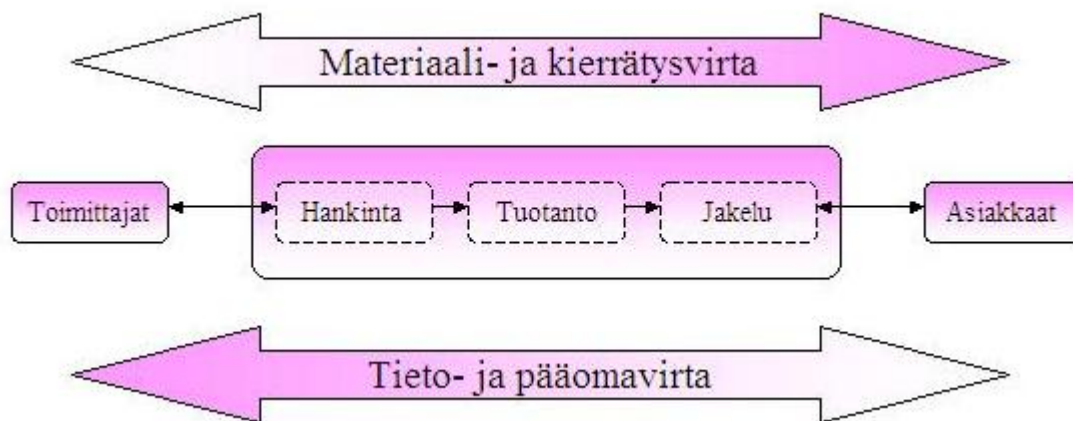
Kunnan päätöksentekomenettely voidaan jakaa viiteen eri vaiheeseen:

- vireilletuloon,
- valmisteluun,
- päätöksentekoon,
- tiedoksiantoon ja
- täytäntöönpanoon. (Tampereen kaupunki 2011b)

Asian valmistelussa selvitetään päätöksentekoon vaikuttavat tosiasiat. Valmistelijan on hankittava asiasta riittävä ja asianmukainen tietämys, jonka perusteella asia voidaan esitellä valtuustossa. Asia voidaan käsitellä kunnanvaltuustossa, mikäli se on valmisteltu ja se on ollut esityslistalla tai sen ollessa kiireellinen, yksinkertainen äänten enemmistö niin päättää. Päätös tehdään valtuuston kokouksessa ja se on aina perusteltava ilmoit- taen, mitkä seikat ja selvitykset ovat vaikuttaneet ratkaisuun sekä mitä säännöksiä pää- töksenteossa on sovellettu. Kunnan jäsenet saavat tiedoksiannon kunnanvaltuuston pöy- täkirjasta, mutta asianosaisille ilmoitetaan päätöksestä henkilökohtaisesti. Mikäli asia kuuluu kunnallisvalituksen piiriin, se voidaan panna täytäntöön ennen kuin se on lain- voimainen. Jos se puolestaan kuuluu hallintovalitusasioihin, niin täytäntöönpano voi- daan tehdä vasta sen jälkeen, kun päätös on lainvoimainen. (Tampereen kaupunki 2011b)

## 2.2 Kuntalogistiikka

Logistiikka on monien muiden termien tapaan määritelty lukemattomilla eri tavoilla. Yhteistä eri määritelmässä on kuitenkin se, että useissa mainitaan mm. sanat materiaali, varasto, kuljetus sekä virta. Näiden perusteella voidaankin kootusti valita yksi monista määritelmistä. ”Logistiikka on materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelujen ja -suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä.” (Karrus 2001).



**Kuva 2.3 Logistiset virrat.** (Muokattu lähteestä Karrus 2001)

Kuvassa 2.3 on esitetty logistiset virrat toimittajan ja asiakkaan välillä (Karrus 2001). Materiaalivirta kulkee pääosin toimittajalta asiakkaalle ja sen arvoa pyritään kasvattamaan mahdollisimman paljon matkan aikana, jotta toimittaja saisi toimituksestaan mahdollisimman paljon tuottoa. Materiaalivirran vastavirta on kierrätysvirta, joka kulkee asiakkailta takaisin toimittajalle. Näiden aineellisten virtojen lisäksi on myös aineettomia virtoja, jotka ovat tieto- ja pääomavirta. Tietovirta kulkee molempiin suuntiin ja on erityisen tärkeä linkki toimittajan ja asiakkaan välillä. Tietovirta mahdollistaa materiaalivirran sujuvan ja ajantasaisen liikkumisen. Pääomavirta kulkee pääosin asiakkaalta toimittajalle ja sen suuruus määräytyy materiaalivirran suuruudesta ja sujuvuudesta. (Karrus 2001)

Tietovirran ohjaaminen on tärkeä osa logistista kokonaisuutta. Suurimmissa kunnissa on käytössä erilaisia atk-ohjelmia niin varastoinnissa, kuljetuksissa kuin hankintatoimessaakin. Pienemmissä kunnissa varastointiohjelmistoja on käytössä lähes kaikilla, mutta kuljetuksiin liittyviä ohjelmistoja on todella vähän. Yhtenä syynä tähän on se, että ohjelmistoja on markkinoilla huomattavan suuri määrä, mutta yksinkertainen tiedonsiirto niiden välillä ei ole mahdollista. (Suomen Kuntaliitto 2000)

Suomen kuntaliiton (2000) julkaiseman Kuntalogistiikan käsikirjan mukaan hankinta-toiminta aiheuttaa selkeästi suurimmat kustannukset kunnissa. Kaksi kolmasosaa hankinnoista on palveluiden hankkimista ja loput tavaroiden hankintaa. Toiseksi suurin

kuluerä tulee kuljetus- ja varastointikustannuksista. Niin hankintoja kuin kuljetus- ja varastointikustannuksia käsitellään usein yhdessä, sillä ne liittyvät hyvin kiinteästi toisiinsa ja jonkun suhteen tehdyt ratkaisut vaikuttavat muihinkin. Hankintojen ostohintoihin tulee kunnilla noin 25 % logistiikkakustannukset.

Kuten edellä mainittiin, kuljetuskustannukset ovat yksi suurimmista logistiikkaan liittyvistä kulueristä kunnissa. Kuntien kuljetukset muodostuvat tavara- ja henkilökuljetuksista. Tavarakuljetuksia ovat esimerkiksi hankintoihin liittyvät kuljetukset sekä erilaiset huoltokuljetukset kuten ruoan vieminen asiakkaille ja sisäisen postin kuljettaminen. Henkilökuljetuksia puolestaan ovat erilaiset asiakaskuljetukset sekä henkilökunnan itse ajamat matkat. Kuljetukset jaetaan kahteen ryhmään: sisäiset ja ulkoiset kuljetukset. Sisäisiä ovat kunnan alueen sisällä tapahtuvia kuljetuksia, kun taas ulkoiset puolestaan ovat kunnan rajojen ulkopuolelle meneviä tai sieltä kunnan alueelle tulevia kuljetuksia. Erityisesti ulkoisten kuljetusten yhdistelyssä olisi runsaasti säästöpotentiaalia. Tavarankuljetuksissa ongelmana on, että tavaroita kuljetetaan usein, mutta pieniä määriä kerrallaan. Tämä lisää kustannuksia, jotka olisivat hallittavissa järkevällä suunnittelulla ja organisoinnilla. (Suomen Kuntaliitto 2000)

Tampereella kaupungin liikelaitos, Tampereen Logistiikka, huolehtii Tampereen kaupungin yhteishankinnoista sekä kaupungin yksiköiden tavara- ja palveluhankintojen kilpailuttamisesta. Tuotteita varastoidaan omaan varastoon, josta niitä toimitetaan asiakkaille tarpeen mukaan. Tämän lisäksi Tampereen Logistiikka tuottaa henkilöliikennepalveluita, joita on esimerkiksi palveluliikenne, koululaisten koulukuljetukset sekä kuljetustenohjauskeskus.

## 2.3 Tilaaja-tuottajamalli

Tilaaja-tuottajamalli on toimintamalli, joka on korvaamassa hierarkkisen toimintatavan järjestää muun muassa kuntalain määrittämiä palveluita kuntalaisille. Hierarkkisessa toimintatavassa kunta itse tuottaa palvelut kuntalaisille. Palveluiden tuottajat ovat hierarkian alimpia tahoja, kun taas ylemmät tahot puolestaan ohjaavat toimintaa sääntöjen ja määräysten puitteissa. Tilaaja-tuottajamallin lähtökohtana on se, että kunta toimii palvelujen *järjestäjänä*: huolehtii siis palveluiden saatavuudesta. Kuntalaiselle ei ole väliä, kuka palvelut tuottaa, vaan se, että ne toimivat. Keskeisinä toimijaryhminä mallissa ovat tilaajat ja tuottajat. Siitä johtuu toimintamallin nimi. (Kallio 2006)

Tilaaja-tuottajamallilla tarkoitetaan palvelutuotannon järjestämistä siten, että palvelun tilaajan ja palvelun tuottajan vastuut erotetaan toisistaan markkinaperusteisen ohjausmenettelyn käyttöönottamiseksi ja palvelutuotannon tehostamiseksi. Mallia voi kuvailla markkinatalouden myyjä-ostaja –asetelmalla (Kallio 2006). Mallia voidaan käyttää sekä kunnan sisäisten palvelumarkkinoiden kehittämiseen (sisäiset palveluyksiköt) tai ulkoisten palvelumarkkinoiden kehittämiseen (liikelaitokset ja kuntien yhtiöt markkinatoimi-



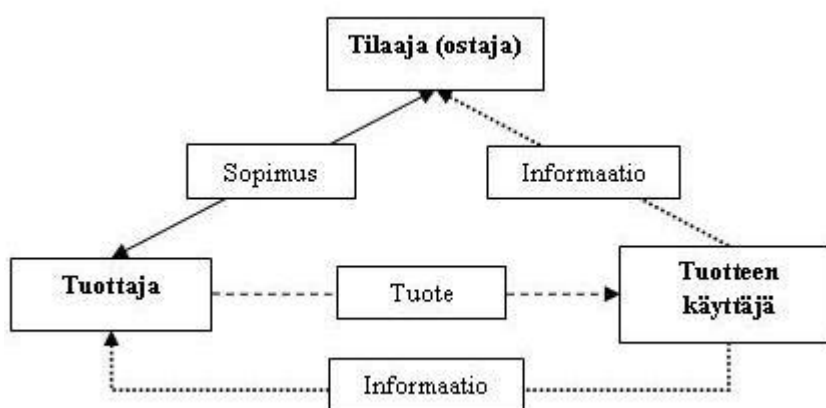
joina). (Salmelin & Komonen 2004) Kunnan sisäisessä tilaaja-tuottajamallissa tuottajana toimii yksikkö, joka kuuluu toiminnallisessa mielessä kunnan sisäiseen konserniin. Ulkoisessa mallissa tuottajina toimivat konsernin ulkopuoliset yksiköt, kolmas osapuoli tai yritys. Näiden kanssa tehtävä yhteistyö perustuu pääosin kilpailuttamiseen, kun taas sisäisessä mallissa on kyseessä ns. kumppanuussuhde, joka tarkoittaa sitä, että juridisessa mielessä heitä ei kilpailuteta keskenään. (Kallio 2006)

Tampereen kaupunki siirtyi tilaaja-tuottajamalliin 1.1.2007 (Tampereen kaupunki 2009). Tilaaja - tuottajamallissa lautakunnat vastaavat viranomaistoiminnasta sekä strategisesta ja poliittisesta johtamisesta. Lautakunta määrittää tarjottavat palvelut, kilpailuttaa ja hyväksyy palvelujen tuottajat, päättää hankinnasta sekä rahoittaa, ohjaa ja valvoo järjestelmää. Käytännössä tilaukset hoitaa tilaajayksikkö. Yhteistyö tilaajan ja tuottajan välillä on erittäin tärkeää, jotta palveluiden korkea taso voidaan säilyttää.

Tilaaja-tuottajamallissa kunnalle voidaan ajatella tulevan neljä erilaista roolia:

- Tilaaja (päättäminen tarjottavista palveluista)
- Rahoittaja (päättäminen rahoitusvaihtoehdoista)
- Tuottaja (päättäminen tarjottujen palveluiden tuottamisvaihtoehdoista)
- Omistaja (päättäminen kertyneen varallisuuden hoidosta) (Kallio 2006)

Roolien voi nähdä nivoutuvan yhteen siten, että tilaaja ja rahoittaja liittyvät yhteen, kuten myös tuottaja ja omistaja. Näistä kaksi ensimmäistä ovat kunnan pääroolit, sillä kuten jo aiemmin on mainittu, kunnan päätehtävä on tarjota kuntalaisille palveluita. Halutessaan kunta voisi luopua tuottajan roolista lähes kokonaan, sillä on mahdollista tilata kaikki palvelut ulkopuolisilta tuottajilta. Omistajan rooli tulee ajankohtaiseksi, kun kunta tuottaa palveluita ja saa siitä varallisuutta.



**Kuva 2.4 Tilaaja-tuottajamallin kaaviokuva.** (Muokattu lähteestä Kallio 2006)

Mallin käyttämisen tarkoitus on se, että kumpikin osapuoli voi keskittyä omaan ydinosaamiseensa roolissaan sekä omaan toimintatapaansa. Malli pyrkii molempien osapuolien toiminnan kehittämiseen ja tehostamiseen. Tilaajatoiminnoista vastaa viranomaisorganisaatio, kuten keskushallinto ja tuottajatoiminnoista puolestaan virasto-

organisaatio, liikelaitos, kunnan tai kuntien omistama yhtiö, kuntainliitto taikka yksityinen palvelujen tuottaja sen mukaan, millaisen tilaaja-tuottajamallin kunta haluaa ottaa käyttöön. Kuten kuvasta 2.4 nähdään, tuotteen käyttäjä, usein kuntalainen, on kolmas osapuoli tilaaja-tuottajamallissa. Hänen roolinsa on informaation välittäminen tilaajalle ja tuottajalle, mikäli tarvetta on. (Kallio 2006)

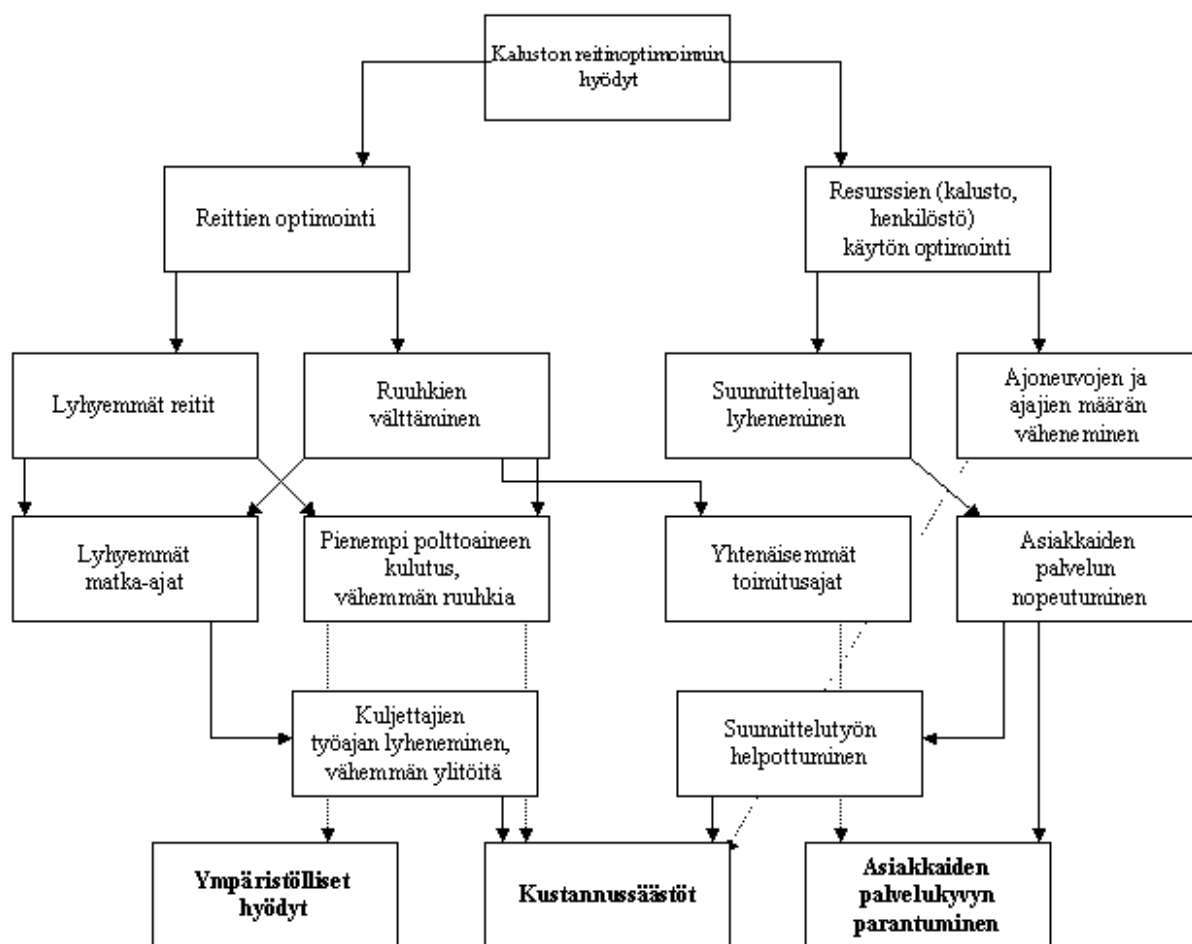
## 2.4 Optimointi kunta-alalla

Optimoinnin mahdollisuuksia kunta-alalla on tutkittu jo vuosien ajan, mutta silti sitä hyödynnetään kunnissa hyvin vähän. Osasyynä tähän voi olla, että monet optimointiohjelmistot on suunniteltu kaupallisiin tarkoituksiin ja ne eivät sovellu suoraan kunnalliseen käyttöön. Kuntien optimointiongelmat ovat hyvin laajoja ja monimutkaisia, mutta tämän lisäksi kuntien toiminnassa on erityispiirteitä, jotka tulee ottaa huomioon eri tavalla kuin kaupallisella puolella. On sanottu, että Euroopan maissa on arvioitu tietokoneavusteisen optimoinnin sisältävän suurimman, vielä käyttämättömän potentiaalin kuljetusten tehokkuuden lisäämiseen kunnallisella sektorilla. (Bräysy 2007)

Optimointia voi soveltaa kunnallissektorilla hyvin monenlaisissa tehtävissä. Bräysin haastattelussa (2011) selvisi, että tällä hetkellä optimointiohjelmistot ovat kuitenkin käyttökelpoisimpia kuljetuksien ja muiden liikkuvien palveluiden suunnittelussa. Näiden lisäksi optimointia voi hyödyntää työvuorosuunnittelussa tai infrastruktuuriin liittyvissä hankkeissa. Optimointi kannattaakin ajatella osana suurempaa kokonaisuutta. Yksinään optimoinnilla voi saavuttaa hyviä tuloksia, mutta mikäli kuntien toimintaa katsoo suurempina kokonaisuuksina, optimointia voidaan hyödyntää täysivaltaisemmin. Optimointi tulee liittää kiinteäksi osaksi suunnittelutyötä ja hyödyntää sen potentiaalia niin laajasti kuin vain on mahdollista. Bräysy toteaa, että kuntien tulisi ottaa suunnittelussa kokonaisvastuu ja kilpailuttaa vasta valmiiksi suunnitellut kokonaisuudet. Optimointi on oiva suunnittelun apuväline ja se vähentää työtä ihmiseltä. Työntekijän ei tarvitse enää tehdä raskaita laskutoimituksia ja käyttää aikaa erilaisten mitä-jos –skenaarioiden läpikäymiseen. (Bräysy 2011)

Kunnissa tärkeintä olisi ymmärtää optimoinnin mahdollisuudet pitkän aikavälin kehityksessä sekä sen mahdollisuus osana toimivaa ja tehokasta kokonaisratkaisua. Olisi tärkeää, että kunnissa tehtäisiin toimintoja keskitetysti ja teknisiä ratkaisuja sekä apuvälineitä hyödynnettäisiin laajasti. Erityisesti kunnissa ongelmana on se, että asioita on tehty vuosikymmeniä tietyllä tavalla ja uusien ratkaisujen käyttöönotto on eniten kiinni työntekijöiden henkilökohtaisesta tottumuksesta ja jopa uuden tekniikan vastustamisesta. Olisikin tärkeää, että suunniteltaessa uusia konsepteja tai muokattaessa vanhoja toimintatapoja, ajateltaisiin asia osana suurempaa kokonaisuutta ja tehtäisiin kokonaisvaltaisia suunnittelumalleja, joita voitaisiin hyödyntää toiminnassa laajemmin.

Uusien toimintamallien ja -tapojen tutkimisen takana on yleensä ongelma tai toimimattomaksi todettu ratkaisu, jota tarvitsee muuttaa. Toinen syy on liian suuret kustannukset, jotka rasittavat kunnan taloutta. Yksi optimoinnin käyttöönoton syistä on juurikin sen avulla saavutettavat kustannussäästöt. Tutkimusten mukaan (mm. Nuortio et al. 2006 ja Apaydin & Gonullu 2006) optimoinnilla voi saavuttaa huomattavia, jopa 70%, säästöjä toiminnasta aiheutuviissa kustannuksissa. Säästöt aiheutuvat esimerkiksi kuljetusreittien uudelleenjärjestelyistä tai henkilöstöresurssien tarkastelusta ja uudelleensijoittelusta. Kuljetuksista aiheutuvat kustannussäästöt tarkoittavat joko pienempiä kuljetuskustannuksia tai mahdollisuutta palvella suurempaa määrää asiakkaita. Henkilöstöresursseja tarkastellessa työntekijöitä voidaan ohjata tuottavampaan työhön, mikäli optimoinnin avulla työjärjestystä voidaan muuttaa niin, että työntekijöiden tarve optimoidussa tehtävässä pienenee. Autojen pienempi käyttöaste lisää osaltaan ympäristöllisiä hyötyjä, jotka on esitetty aiemmin mainittujen hyötyjen ohella kaavakuvassa 2.5.



Kuva 2.5 Kaluston reitinoptimoinnin hyödyt. (Muokattu lähteestä Bräysy & Porkka 2007)

Bräysyn (2007) mukaan kuntien optimoinnissa on kuusi relevanttia ja helposti toteutettavaa osa-aluetta: katujen kunnossapito, vanhusten kotihoito (mukaan lukien ateriakuljetukset), vammaisten kuljetukset, logistiikkakuljetukset, koulukuljetukset sekä jätteiden keräys. Helpoimmin optimointi on hänen mukaansa toteutettavissa koulu-, ateria- ja materiaalikuljetuksissa. Suurin säästöpotentiaali piilee kuitenkin kotihoitopalveluissa, katujen kunnossapidossa sekä jätteiden keräyksessä.

Työssä tutkittiin Tampereen kaupungin toiminnassa mahdollisia optimoinnin kohteita. Löydökset on listattu seuraavassa itse kehitetyn jaottelun mukaisesti:

### **Henkilöliikenne**

- Koulukuljetukset
- Vanhusten kuljetukset
- Vammaisten kuljetukset
- Palveluliikenne
- (Kutsuohjattu) joukkoliikenne
- Sairaalsiirrot

Henkilöliikenne on kuntien toiminnassa alue, jossa toimintaa on hyvin paljon. Kunta on velvoitettu järjestämään liikennepalveluita ja sen lisäksi on muutakin järjestettyä liikennettä. Monesti kunnissa henkilöliikenteen suunnittelua hoitaa ihminen, joka on tehnyt työtä jo pitkään, eikä hän välttämättä osaa tai muuten pysty käyttämään teknisiä apuvälineitä suunnittelun tukena. Tämän lisäksi eri yksiköissä saatetaan hoitaa itsenäisesti kaikki kuljetukset, mikä vähentää niiden tehokkuutta. Onkin ymmärrettävää, että mikäli näitä suunnittelupalveluita yhdistetään ja kohdistetaan, on odotettavissa suuria kustannussäästöjä ja toimivampia kokonaisratkaisuita.

Henkilöliikenteessä peruskuljetusongelma on se, että ihminen on paikassa A ja hänen täytyy päästä paikkaan B. Usein tämän täytyy tapahtua tietyn aikaikkunan puitteissa. Järkevintä on, että hän kulkee lyhintä tai nopeinta reittiä pitkin ja taloudellisinta puolestaan on, että samalta suunnalta tulevat yhdistetään samaan autoon ja he kulkevat lyhintä reittiä pitkin kohteeseen. Ongelma on helposti ratkaistavissa optimointiohjelmistojen avulla, sillä tehtävä on helppo mallintaa ja markkinoilla olevat ohjelmistot pystyvät ratkaisemaan tämänkaltaisia ongelmia.

### **Liikkuva henkilöstö**

- Kotihoito
- Kotinäytteenotto
- Ensiapupalvelu
- Veripalvelu
- Katujen kunnossapito

- Jätteiden keräys
- Logistiset materiaalikuljetukset
- Ateriakuljetukset
- Kiinteistönhuolto
- Kirjastoauto
- Sairaalan muut kuljetukset

Liikkuvan henkilöstön toiminta on palveluiden ja tuotteiden viemistä lähemmäs asiakasta, jopa heidän kotiinsa saakka. Vaikka liikkuva voi muullakin kulkuneuvolla kuin autolla, Tampereen kaupungilla suurin osa matkoista tehdään erikokoisilla ajoneuvoilla. Vaikka kuljetuksia suunnitellaan ja niistä yritetään tehdä mahdollisimman kustannustehokkaita, on suuren ajoneuvomäärän hallitseminen ilman teknisiä apuvälineitä hankalaa. Paperilla tehtävä suunnittelu harvoin pärjää tietokoneavusteisesti optimoidulle lopputulokselle. Tämän lisäksi kuljetussuunnittelua tehdään joissain yksiköissä oman työn ohessa, joten lopputulos voi kärsiä senkin takia.

Osa liikkuvan henkilöstön optimointiongelmista on astetta haastavampia mallintaa kuin henkilöliikenteen tehtävät. Näissä tapauksissa on määrällisesti enemmän parametreja huomioitavana, mikä tekee optimointiongelmasta moniulotteisemman. Kun optimointiongelma laajenee ja vaikeutuu, myös mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja tulee enemmän. Tämä vaatii ohjelmistolta ja algoritmilta enemmän ja parempaa suorituskkyä.

### **Aikataulut**

- Koulujen ja muiden yksiköiden lukujärjestykset
- Työvuorot
- Laitteiden käyttövuorot

Aikataulujen optimaalinen suunnittelu on hyvin kompleksinen optimointiongelma. Bräysyn haastattelussa (2011) tuli ilmi esimerkkitapaus, jossa on 25 työntekijää kolmessa vuorossa, tuottaa 800 miljoonaa erilaista vaihtoehtoa. Ohjelmistojen tulee pystyä suorittamaan hyvin monimutkaisia laskutoimituksia, kun optimoidaan tämän kaltaisia ongelmia. Markkinoilla olevista kaupallisista sovelluksista vasta harvalla pystyy tekemään tämänkaltaista suunnittelua. Kunnissa on huomattava määrä vuorotyötä tekeviä työntekijöitä, joten ohjelmistojen kehittyessä optimoinnin mahdollisuudet tälläkin saralla ovat huomattavat.

Aikataulusuunnittelussa on kaksi tasoa, joista korkeampi on työvuorosuunnittelu. Siinä suunnitellaan pidemmällä aikavälillä työntekijöiden työvuorot, vapaapäivät sekä lomat. Alemmalla tasolla suunnitellaan yhden työntekijän yhtä työvuoroa tarkasti, eli määrätään hänelle sopiva määrä työtehtäviä työpäivän pituuteen nähden, huomioiden tauot ja työntekijän henkilökohtaiset parametrit (osaaminen, työkyky jne.).

## Kaupunkisuunnittelu

- Yleinen infrastruktuuri
- Palveluiden sijoittaminen
- Liikennelinjojen suunnittelu
- Varastojen sijoittaminen

Kaupunkisuunnittelussa optimointia voidaan hyödyntää erilaisten skenaarioiden laske-  
misessa. Suurissa infrastruktuurimuutoksissa volyymit ovat usein niin suuria, että niiden  
käsien laskeminen on hyvin hankalaa ja aikaa vievää. Lisäksi tehdyt ratkaisut vaikuttavat  
pitkän aikaa, joten työssä tarvitaan teknisiä apuvälineitä tulevaisuuden kuvien mallinta-  
miseen. Optimointiohjelmilla voidaan mallintaa kaupungin rakennetta eri parametreilla,  
kuten esimerkiksi väestön ikäjakaumalla tai asutuksen etäisyydellä tietystä pisteestä.  
Tämän lisäksi suunnittelussa voidaan hyödyntää tietoa väestöstä ja heidän nykyisestä  
toiminnastaan sekä mieltymyksistään laittamalla ohjelmaan erilaisia kertoimia jalan tai  
autolla kulkijoille. Näiden avulla voidaan rakentaa esimerkiksi uusia palvelukeskuksia,  
terveydenhuollon toimipisteitä, linja-autoreittejä tai materiaalikuljetustermiinaaleja.

Erilaisissa infrastruktuurisissa ratkaisuissa kustannustehokkain ratkaisu vaihtelee toimi-  
alan ja tuotettavan palvelun mukaan. Varastojen sijoittelussa tärkeää on tieverkon riittä-  
vyys, tonttimaan hinta sekä erityisesti liikenneyhteydet tarvittaviin kohteisiin. Kauppa-  
keskuksen sijoittamisessa puolestaan merkittävää on tieverkon ja julkisen liikenteen  
lisäksi myös työ- ja asuinpaikkojen sijainti.

Optimointipalvelua on mahdollista ostaa tuotteen toimittajalta konsultointityönä, jolloin  
kunnan ei tarvitse sijoittaa optimointiohjelmaan ja paikkatieto-osaamiseen. Tällainen  
ratkaisu on toimiva erityisesti kaupunkisuunnittelun kannalta, sillä suuret hankkeet ovat  
usein kertaluontoisia ja vaativat niin paljon osaamista ohjelman käytöstä, että olisi re-  
surssien tuhlaamista alkaa opetella ohjelman käyttämistä itse. Silloin kun optimoinnin  
tarve on päivittäistä, kunnan kannattaa harkita optimointiohjelmiston ostamista omaan  
käyttöön. Ohjelman toimittajan kanssa käytävässä koulutustilaisuudessa muokataan  
toiminnan parametrit mahdollisimman tehokkaiksi, mutta käytännön työn kannalta  
mahdolliseen muotoon, jonka jälkeen päivittäinen optimointi sujuu samalla kaavalla  
päivästä toiseen. Päivittäiset ongelmathan ovat samanlaisia, ainoastaan niiden sisältö  
vaihtelee. Optimoinnin keskittäminen kunnan yhteen yksikköön on kokonaistaloudelli-  
sesti edullinen ratkaisu, sillä ohjelman hankinta-, käyttöönotto- ja koulutuskulut ovat  
melko korkeat. Ja mikäli yksiköllä on vain vähän optimoivia kohteita, voi kestää kauan,  
että hankinta maksaa itsensä takaisin. Optimointi on kunnissa, erityisesti Tampereella,  
vielä niin vähäistä, että varsinkin alkuun keskittäminen on toimiva ratkaisu.

## 2.5 Optimointipalvelun käyttäjäryhmät ja roolit

Tässä työssä optimointipalvelun käyttäjät on jaettu kolmeen ryhmään: pääkäyttäjä, esimies ja työntekijä. Ryhmien toimenkuvaa on kuvattu hypoteettisesti tilanteessa, jossa optimointiohjelmisto olisi käytössä Tampereen Logistiikassa ja optimointia käytettäisiin aktiivisesti Tampereen kaupungin toiminnassa.

### Pääkäyttäjä

Pääkäyttäjä on Tampereen Logistiikan työntekijä, jolla on kokemusta teknisestä alasta sekä valmius käyttää optimointiohjelmistoa. Hänen roolinsa on käyttää ohjelmistoa eli tehdä kullekin asiakkaalle tarvittavat optimoinnit. Pääkäyttäjä vastaa siitä, että esimiehen toimittama materiaali on ajantasaista ja oikeassa muodossa. Hän myös huolehtii siitä, että optimoidut tulokset toimitetaan asiakkaalle oikeassa muodossa. Pääkäyttäjä on se, joka hoitaa asiakaskontaktit Tampereen Logistiikasta. Tämän lisäksi hän vastaa ohjelmaan liittyvistä muista asioista, kuten yhdenpidosta ohjelmiston toimittajaan.

### Esimies

Esimies toimii työpaikallaan johtavassa asemassa ja hänellä on alaisia. Hänen toimenkuvansa optimoinnin suhteen on toimittaa optimoinnissa tarvittavat tiedot oikeassa muodossa Tampereen Logistiikan pääkäyttäjälle. Esimies toimii yhteydenpitäjänä niin pääkäyttäjään kuin alaisiinkin.

Esimies tarkastaa halutessaan pääkäyttäjän toimittamat optimointitulokset ja välittää ne edelleen alaisilleen. Hän myös tarkkailee optimoinnin tuloksia sekä niiden vaikutusta työn tekemiseen.

### Työntekijä

Työntekijällä tarkoitetaan operatiivisen työn tekijä eli esimerkiksi kuljetusyrityksen kuljettajaa tai terveyskeskuksen sairaanhoitajaa. Työntekijä ei käytä työssään optimointiohjelmistoa eikä välttämättä tiedä sen olemassaolosta. Työntekijä tekee annettuja työtehtäviä samalla tavalla kuin ennenkin, mutta tuottavammin. Esimerkiksi jakeluauton kuljettaja ajaa edelleen autollaan ympäri kaupunkia jakamassa tuotteita, mutta hänelle annettu ajolista on optimoitu muiden toimijoiden toimesta. Optimointi on tehty siten, että sekä ajoaika että -reitti on mahdollisimman lyhyt. Optimoinnilla on vaikutusta erityisesti tähän käyttäjäryhmään, sillä he suorittavat käytännössä optimointiohjelman matemaattisesti laskemia tuloksia.

Tarkoituksena on, että työntekijän työpäivän rakenne pysyy samankaltaisena kuin ennenkin. Ei ole tarkoitus rasittaa työntekijää liikaa vaan ohjata hänet käyttämään työaikaansa siihen, minkä hän parhaiten osaa. Siihen, mikä on hänen ydinosaamistaan. On turhauttavaa, jos alan ammattilainen joutuu tuhlaamaan työaikaansa hänen työn kannalta toisarvoiseen asiaan, kuten esimerkiksi reittisuunnitteluun.

### 3 OPTIMOINTI

Optimoinnilla tarkoitetaan parhaan mahdollisen vaihtoehdon etsimistä määriteltyjen ehtojen puitteissa (Tcheng et al. 1989). Monesti optimointi käytännön työssä on erilaisien ratkaisuskenaarioiden älykästä ja automaattista arviointia tietokoneavusteisesti. Tässä työssä optimointi rajataan tietokoneella tehtäväksi, sillä ratkaistavat ongelmat ovat niin monimutkaisia, ettei ihmisen ole järkevää, eikä välttämättä edes mahdollista laskea niitä käsin.

Optimointiongelmat ovat usein matemaattisesti erittäin monimutkaisia ja vaikeita ongelmia. Niissä on hyvin paljon parametreja ja niitä muuttamalla ratkaisuvaihtoehtoja tulee valtavan suuri määrä. Tästä johtuen täydellisen optimiratkaisun löytäminen on harvoin mahdollista. Tämän vuoksi ratkaisuissa hyödynnetään heuristisia optimointimenetelmiä, joiden avulla ratkaisuvaihtoehtoja pystytään rajaamaan ja löytämään riittävän hyvä ratkaisu mahdollisimman nopeasti. (Bräysy 2007, Bräysy 2010)

Yleisiä optimoinnin kohteita ovat erilaiset kaluston reititysongelmat. Tässä työssä kalustolla tarkoitetaan ajoneuvojen lisäksi myös työntekijöitä, jotka liikkuvat paikasta toiseen työnkuvansa puolesta. Optimointiongelmia voidaan jakaa erilaisiin ryhmiin, joista tunnettuja ovat mm. lyhimmän polun ongelma sekä kauppamatkustajan ongelma. Monet erityisesti kuntien optimointiongelmista voidaan mallintaa näiden ongelmien mukaisesti ja ratkaista niille kehitetyillä algoritmeilla. Kuten aiemmin on jo sanottu, ratkaisuvaihtoehtoja on paljon, mutta niistä voidaan rajata ongelmaan sopivia, joista sitten lasketaan riittävän hyvä ratkaisu. (Bräysy 2007)

Optimoinnin tavoitteista Karrus (2001) tiivistää, että tärkeintä on kokonaiskustannusten minimointi ottaen huomioon korkean palvelutason säilyvyyden. Optimoinnin tavoitteet ovat oikeastaan samoja asioita, mitä optimointi mahdollistaa. Kaluston reitinoptimointi mahdollistaa monenlaisia hyötyjä yrittäjille kuin myös muille toimijoille. Bräysy ja Porkka (2007) toteavat artikkelissaan, että merkittävimmät hyödyt optimointiohjelmiston käytössä ovat kustannussäästöt, joita aiheuttaa suurimmassa määrin ajetun kokonaismatkan lyhentyminen. Tämä puolestaan pienentää polttoainekustannuksia, kaluston käyttöä ja kulumista, kuljettajien työaikaä sekä mahdollisesti ajoneuvojen ja kuljettajien määrää. He jatkavat, että tämän lisäksi säästöjä syntyy myös suunnittelutyön vähenemisestä ja ajoneuvojen käyttöasteen parantumisesta. Tässä yhteydessä ei sovi unohtaa optimoinnin ympäristövaikutuksia, sillä jokainen säästetty kilometri ja tekemätön ajo vähentävät ympäristön kuormitusta.



### 3.1 Strateginen, taktinen ja operatiivinen optimointi

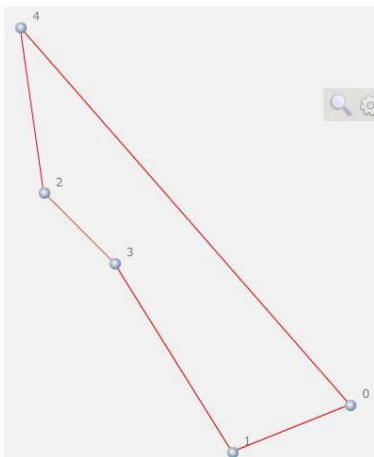
Suunnittelutasolla optimointiongelmat voidaan jaotella kolmeen ryhmään: strateginen, taktinen sekä operatiivinen eli toiminnallinen taso (Kaartinen). Perrier et al. 2006 lisäävät tähän listaan myös reaaliaikaisen valvonnan. Strategisen tason optimointi tarkoittaa pidemmän aikavälin (noin 1-3 vuoden) suunnittelua. Sillä tasolla tehdään erilaisia, kauaskantoisia päätöksiä, kuten esimerkiksi palvelutasopäätöksiä tai varikon sijoituspäätöksiä. Strateginen optimointi parantaa kustannusten hallintaa ja yleistä palvelutasoa (varastojen, terminaalien ja toimipisteiden koko ja sijainti). Taktisen tason optimointi puolestaan on hieman lyhemmän, keskipitkän aikavälin ratkaisuiden tekemistä. Taktisella tasolla suunnitellaan käytettävissä olevaa kalustoa, kohdistetaan asiakkaita eri toimipisteille ja määritellään toimitusten ajankohtia. Taktinen optimointi tehostaa toimintaa (kaluston määrä, tyyppi ja kapasiteetti sekä vakioreitit ja toiminta-alueet). Operatiivisella optimoinnilla tarkoitetaan lyhyen aikavälin (1-7 vuorokautta) ratkaisuja. Toimenpiteet ovat reittien suunnittelua, kuljetuskaluston ja -tyypin määrittelyä ja tilausten tarkistamista. Tämä kaikki tehdään kustannustehokkaasti ja kaikkia osapuolia mahdollisimman hyvin hyödyttävällä tavalla. Reaaliaikainen valvonta on muutosten tekemistä hyvin lyhyellä aikavälillä (minuuteissa). Kun suunnitelmiin tulee yllättäviä muutoksia, kuten sairastumisia, ajoneuvon rikkoontumisia tai sääolosuhteiden muutoksia, on ryhdyttävä toimenpiteisiin välittömästi ja silloin suunnittelu on reaaliaikaista. (Bräysy & Porkka 2007, Perrier et al. 2006)

### 3.2 Optimointiongelmat

Kuljetusten optimointiin liittyvät ongelmat voidaan jakaa muutamiin perustyyppeihin, kuten lyhimmän polun ongelmaan, kauppamatkustajan ongelmaan ja kaluston reittiysongelmaan. Lyhimmän polun ongelmassa on tavoitteena löytää sananmukaisesti lyhin mahdollinen reitti kahden pisteen välillä. Reitti voidaan optimoida myös muun valitun kriteerin perusteella, esimerkiksi nopeimman reittivaihtoehdon mukaan. Kauppamatkustajan ongelma on tätä hieman moniulotteisempi, sillä siinä käyntipisteitä on suurempi joukko ja tavoitteena on saavuttaa optimaalinen käyntijärjestys eri pisteiden välille. (Bräysy 2007) Kaluston reittioptimoinnissa optimointiin puolestaan liitetään tiedot asiakkaista, tilauksista, kalustosta ja kuljettajista sekä kuormansuunnittelusta.

#### 3.2.1 Kauppamatkustajan ongelma

Yleisin esimerkki optimointiongelmosta on kauppamatkustajan ongelma (Traveling Salesman Problem, TSP). Siinä kauppiaan pitää käydä  $n$ :ssä kaupungissa, lähtien kaupungista 1 ja palaten sinne. Ks. Kuva 3.1 Ainoastaan lähtökaupungissa saa käydä kahdesti. Voidaan olettaa, että kaupunkien väliset etäisyydet ovat tiedossa. Tavoitteena on löytää lyhin matka kohteiden välillä. Ongelma on ratkaistavissa heuristisella ratkaisumenetelmällä. (Alander 2006, Lin & Kernighan 1973)



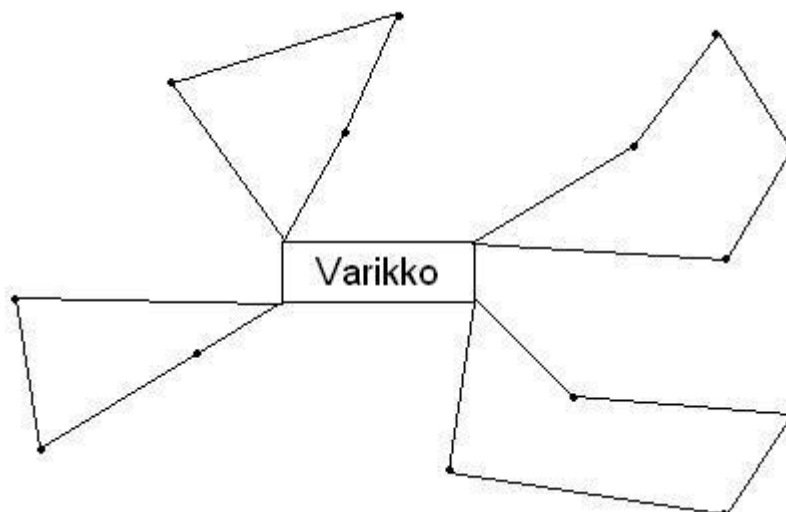
**Kuva 3.1 Kauppamatkustajan ongelman esimerkkiratkaisu.**

Vaikka kauppamatkustajan ongelman tehtävänanto kuulostaa yksinkertaiselta, se kuuluu vaikeasti ratkeavien NP-täydellisten ongelmien luokkaan, joille ei ole löydetty ongelman koon suhteen polynomisesti rajatussa ajassa toimivaa ratkaisualgoritmia. Ratkaisuaika kasvaa siis eksponentiaalisesti ongelmakoon kasvaessa, mikä puolestaan kasvattaa ratkaisuun kuluvaan aikaan niin suuresti, että sen hyödyntäminen käytännössä on hankalaa. Ratkaisu voidaan kuitenkin tuottaa approksimaatioalgoritmeilla huomattavasti inhimillisemmässä ajassa. (Blum & Roli 2003)

### 3.2.2 Ajoneuvon reititysongelma

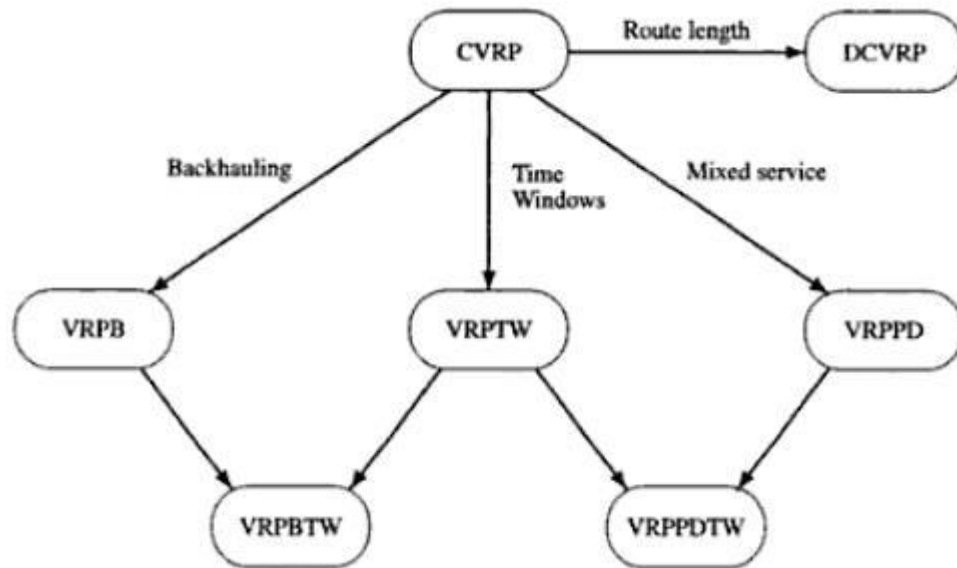
Ajoneuvon reititysongelma (Vehicle Routing Problem, VRP) on logistiikan optimoinnin perusongelmia. Siinä on yksi tai useampi varikko, maantieteellisesti paikannetut asiakkaat sekä tietty määrä ajoneuvoja. Ajoneuvo lähtee varikolta ja kiertää niin monen asiakkaan luona, kun ajoneuvon kapasiteetti antaa myöden. Tavoitteena on vähentää ajoneuvojen kokonaisajoaikaa sekä mahdollisesti ajoneuvojen lukumäärää. (Laporte 1992, Bräysy et al. 2009) esimerkkiratkaisu on havainnollistettu kuvassa 3.2, joka on myös ratkaisu rajoitetulla kapasiteetilla tehtyyn ajoneuvon reititysongelmaan (CVRP), joka on perusversio VRP:stä.

Bräysy toteaa Suomen Operaatiotutkimusseuran jäsenlehdessä (2/99), julkaistussa artikkelissa, että ajoneuvon reititysongelma on monimutkaisempi kuin kauppamatkustajan ongelma. Vaikka ajoneuvojen sekä tilausten määrä olisi pieni, niin suunnittelutehtävä on erittäin monimutkainen.



**Kuva 3.2 Esimerkki VRP ongelman ratkaisusta.**

Ajoneuvon reititysongelmasta on monia eri variaatioita, joissa on lisätty erilaisia parametreja tavalliseen ongelmaan. Kuvassa 3.3 on esitetty kaaviomaisesti, millaisia eri variaatioita ongelma on ja kuinka ne liittyvät toisiinsa. Kuvassa variaatiot muodostetaan CVRP:stä, joka on siis VRP:n perusmuoto. Se tarkoittaa ajoneuvon reititystehtävää rajoitetulla kapasiteetilla. Identtiset ajoneuvot sijaitsevat yhdellä varikolla ja ne toimittavat tietyn asiakasmäärän tilaukset perille. (Toth & Vigo 2002) Rajoituksia, joita ongelmassa voi käyttää ovat erilaiset aikaikkunat ( $TW = \text{Time Window}$ ), noudot ja toimitukset ( $P = \text{PickUp}$  ja  $D = \text{Delivery}$ ), etäisyysrajoitteet ( $DC = \text{Distance Constrained}$ ) ja paluukyydit ( $B = \text{Backhauls}$ ). Aikaikkunoilla rajataan aikaa, jolloin asiakaskäynti täytyy tehdä. Se voi olla avoin tai hyvinkin tarkasti määritelty. Nouto ja toimitus tarkoittavat sitä, että ajoneuvo lähtee varikolta, mutta yhden kohteen sijasta yhdellä asiakkaalla onkin kaksi kohdetta: nouto- ja purkupiste. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tuotteen asiakkaalle viemisen sijaan tuote haetaan ensimmäisestä osoitteesta ja viedään seuraavaan. Etäisyysrajoitteet määräävät pisimmän matkan, jonka ajoneuvo voi päivän aikana ajaa. On myös mahdollista määritellä matkan pituuden sijaan pisin mahdollinen aika, jonka ajoneuvo saa olla liikkeessä päivän aikana. Paluukyydit tarkoittavat sitä, että ajoneuvo vie ensin toimitukset asiakkaille, jonka jälkeen alkaa kerätä paluukyytiin määrättyjä tilauksia, joiden on tarkoitus palata varikolle. (Toth & Vigo 2002)



Kuva 3.3 Ajoneuvon perusreititysongelma sekä sen laajennokset. (Toth & Vigo 2002)

CVRP = Capacitated Vehicle Routing Problem, Rajoitetun kapasiteetin VRP

DCVRP = Distance Constrained Vehicle Routing Problem, Etäisyysrajoitteinen VRP

VRPB = Vehicle Routing Problem with Backhauls, VRP ja paluukyydit

VRPBTW = Vehicle Routing Problem with Backhauls with Time Windows, VRP ja paluukyydit aikarajoittein

VRPTW = Vehicle Routing Problem with Time Windows, VRP aikarajoittein

VRPPDTW = Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery with Time Windows, VRP noudoilla ja toimituksilla aikarajoittein

VRPPD = Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery, VRP noudoilla ja toimituksilla

### 3.3 Optimointimenetelmät

#### 3.3.1 Heuristiset optimointimenetelmät

Optimointiongelmiä monimuotoisuudesta johtuen niiden ratkaisemiseen on kehitelty niin kutsuttuja heuristisia optimointimenetelmiä (Bräysy 2007). Heuristiset optimointimenetelmät ovat yksinkertaisia ja joustavia menetelmiä. Niiden tuottamat ratkaisut ovat riittävän hyviä käytännössä toteuttaviksi, mutta eivät välttämättä kuitenkaan optimiratkaisuita. Niiden avulla voidaan ratkaista hyvin vaikeita kombinatorisia optimointiongelmia, ja vaikka ratkaisu olisikin likimääräinen, on se silti riittävän tarkka. Tämän vuoksi niitä kutsutaankin älykkäiden arvausten menetelmiksi. (Jalkanen 2004, Chinneck 2004)

Laajimmalle käyttöön levinneissä heuristisissa menetelmissä mallinnetaan usein jotain luonnosta otettu ilmiötä, kuten esimerkiksi muurahaisten liikkumista.

Heuristisissa menetelmissä etuna on se, etteivät ne lopeta laskemista ensimmäiseen lokaaliin optimiin, vaan ne jatkavat ratkaisun työstämistä vielä sen jälkeenkin kohti globaalia optimia.

Haittapuolena heurististen menetelmien käytössä on lopputuloksen laadun varmistamattomuus. Ei voida tietää, kuinka lähellä optimia ratkaisu on ja siis kuinka hyvä se on. Menetelmät ovat myös ajoittain erittäin työläitä käyttää, sillä ongelman vaikeudesta riippumatta, niiden aiheuttama työmäärä on sama. Tämän lisäksi menetelmistä on olemassa eri variaatioita, mikä tarkoittaa, että niissä käytetään eri parametreja, mikä puolestaan aiheuttaa lisätyötä laskijalle, sillä hän joutuu kokeilemaan, mitkä parametrit toimivat parhaiten hänen tapauksessaan. (Jalkanen 2004)

Heuristiset algoritmit jaetaan yleensä kolmeen ryhmään:

- rakentaviin menetelmiin
- parantaviin menetelmiin
- metaheuristisiin menetelmiin

Rakentamismenetelmissä ratkaisu rakennetaan alusta asti vaihe vaiheelta käyttäen aineita sääntöjä (Bräysy 2007). Eräs rakentamismenetelmä on lähimmän naapurin menetelmä, jossa ratkaisua lähetään rakentamaan tyhjästä, reitin rakentamisessa ajatellen varikolta. Algoritmi etsii varikkoa lähinnä olevan pisteen määritellyllä kustannustehokkaalla tavalla ja sijoittaa sen reitin loppuun. Näin jatketaan, kunnes rajoittavat parametrit estävät ratkaisun tekemisen jatkamisen. Sen jälkeen alkaa uuden reitin tekeminen samalla tavalla. (Solomon 1987, Bräysy & Gendreau 2005) Tunnetuin rakentamismenetelmä on Clarke & Wrightin (1964) esittämä säästömenetelmä, joka on kehitetty alun perin alkuperäiseen ajoneuvon reititysongelmaan. Siinä jokainen asiakas sijoitetaan aluksi omalle reitille, eli jokainen kulkee yksin omalla ajoneuvolla. Sen jälkeen reittejä aletaan yhdistellä kustannustehokkaalla tavalla niin kauan, kunnes reitit ovat järkeviä. Kustannustehokkuudella tarkoitetaan sitä, että kun kaksi reittiä yhdistetään, niin yksi ajoneuvo jää ajosta pois ja siitä aiheutuu säästöjä. Säästömenetelmä hyväksyy vain sellaiset reittien muutokset, jotka aiheuttavat säästöjä. Menetelmä on nopea ja yksinkertainen käyttää.

Parantavat menetelmät jatkavat siitä, mihin rakentamismenetelmillä päädyttiin (Cordeau et al. 2005). Näissä menetelmissä käytetään apuna paikallisen etsinnän menetelmää, jossa tutkitaan asiakkaan naapuripisteitä. Ratkaisua parannetaan vaihtamalla pisteen naapuripisteitä ja kun ratkaisu on tehty, sitä verrataan aiempaan ratkaisuun. Jos uusi ratkaisu on parempi, niin sillä korvataan vanha ratkaisu ja haku jatkuu iteratiivisesti niin kauan kunnes parempaa ratkaisua ei enää pystytty löytämään. Parempi ratkaisu hyväksytään joko ensimmäinen yritys (first-accept, FA) tai paras yritys (best-accept, BA) menetelmällä: FA valitsee ensimmäisen ratkaisun, joka täyttää annetut kriteerit. BA puoles-

taan käy läpi kaikki ratkaisut, jotka täyttävät kriteerit ja valitsee niistä parhaan. Paikallisen etsinnän menetelmän heikkous on se, että tehdyt ratkaisut ovat lyhytnäköisiä. Ratkaisua parannetaan askel kerrallaan, mutta tehtyjen muutosten vaikutukset tulevien siirtojen kannalta jätetään huomioimatta. Tämän vuoksi lopullisen ratkaisun taso on tiukasti riippuvainen alkuratkaisun tasosta. (Bräysy & Gendreau 2005)

### 3.3.2 Metaheuristiset optimointimenetelmät

Metaheuristiset optimointimenetelmät ovat kehitetty tekemään heuristisilla menetelmillä tehdyistä ratkaisuista vieläkin parempia erilaisten ohjaussääntöjen avulla. Niitä voi ajatella korkeamman tason strategioina ohjaamassa optimiratkaisun hakuprosessia. Ne ovat hyvin monikäyttöisiä juuri tämän korkean tason ominaisuuden takia, joskin ne tarvitsevat tehtäväkohtaisia algoritmeja ja heuristiikkoja toimiakseen. (Blum & Roli 2003) Menetelmät tutkivat ratkaisuavaruutta etsien hyviä ratkaisuja. Ne pystyvät rajaamaan ratkaisuavaruutta niin, että etsivät optimia vain hyvien ratkaisujen joukosta ja jättävät huonot sekä jo tutkitut alueet kokonaan huomioimatta. Tämä tehostaa optimiratkaisun löytämistä huomattavasti. Se mikä metaheuristisissa menetelmissä on erikoista, on se, että ne hyväksyvät myös huonot ja irrationaaliset ratkaisut optimaalisen ratkaisun etsimisessä. Tämän vuoksi ratkaisu ei jää vain paikalliseen optimiin vaan on mahdollisuus löytää globaali optimiratkaisu. Metaheuristiikat ovat kuitenkin melko hitaita menetelmiä, sillä ne tutkivat niin paljon useampia ratkaisuja kuin heuristiset menetelmät. Blum ja Roli (2003) mainitsevat metaheuristiikoiden huonoksi puoleksi sen, että ratkaisun optimaalisuutta ei voida varmistaa. Mutta tästä huolimatta ratkaisut ovat osoittautuneet tehokkaiksi ja toimiviksi, etenkin monimutkaisten kombinatoristen ongelmien kohdalla. (Bräysy 2007, Bräysy & Gendreau 2005, Gendreau et al. 2002)

Ensimmäisiä, edelleen toimivia metaheuristiikkoja ovat simuloitu jäähdytys, geneettiset algoritmit sekä tabuhaku. Simuloitu jäähdytys (Simulated Annealing, SA) on menetelmä, joka on saatu suoraan tilastollisesta fysiikasta. Siinä mallinnetaan sulan metallin hidasta jäähdyttämistä. Kun metalli sulaa, niin hiukkaset (asiakkaat) saavat liikkua vapaasti. Kun metalli alkaa jäähtyä ja prosessi on tarpeeksi hidas, niin kiderakenne päättyy minimienergiatilaan (tilaukset on reititetty optimaalisesti), mikä tarkoittaa siis globaalia optimia. Lokaaliin optimiin päädytään, jos metallia jäähdytetään liian nopeasti ja materiaali jää hauraaksi. Kun metalli jäähtyy, niin jokaisella iteraatiokierroksella ratkaisua muutetaan vähän ja mikäli ratkaisu on parempi kuin edellinen, niin se hyväksytään. (Blum & Roli 2003, Kirkpatrick et al. 1983) Geneettiset algoritmit (Genetic Algorithm, GA) ovat parhaiten tunnettuja evoluutioalgoritmeja ja niiden toiminta perustuu luonnollisen evoluution matkimiseen. Jokainen asiakas ajatellaan kromosomina, ja algoritmi alkaa kehittää väestöä (valmis ratkaisu) yksilöistä luomalla uusia sukupolvia iteratiivisesti, kunnes joku suppenemiskriteeri täyttyy. (Bräysy & Gendreau 2005, Gendreau et al. 2002) Tabuetsintä (Tabu Search, TS) on hyvin paljon simuloitujen jäähdytyksen kaltainen menetelmä, mutta siinä iteraatiokierroksen seuraava siirto tehdään sen hetkisen ratkaisun parhaaseen naapuriratkaisuun, vaikka se huonontaisikin tilannetta (Gendreau et

al. 2002). Hiljattain tutkitut ratkaisut laitetaan määritellyksi ajaksi kieltolistalle (tabu list), jotta vältetään samojen ratkaisuiden uudelleen tutkiminen ja voidaan päästä parhaaseen mahdolliseen ratkaisuun (Blum & Roli 2003).

### 3.4 Optimointiohjelmistot

Jyväskylän yliopistossa on työskennelty vuosina 2006–2008 OPT-LOG hankkeen parissa. Projektissa on tutkittu kattavasti markkinoilla olevia, logistiikan optimointiin soveltuvia optimointisovelluksia. Kartoitukset aloitettiin perehtymällä optimointiohjelmistojen kotisivuihin pääosin hakusanoilla: vehicle routing, scheduling, software ja transportation. Kartoituksen tuloksena ohjelmistoja löytyi 16 maasta yhteensä 119 kappaletta. Suurimmat ohjelmistojen tuottajamaat olivat Yhdysvallat, Iso-Britannia ja Saksa. Tuotteiden joukosta löytyi sekä suorituskäytännön että ominaisuuksiltaan hyvin erilaisia ohjelmistoja. Tutkimuksen mukaan ohjelmistojen keskeisimmät ominaisuudet voidaan jakaa neljään luokkaan: fleet management (kaluston hallinta), routing/scheduling (reittitys/aikataulutus), optimoinnin parametrit sekä yleistä. Ensimmäiseen luokkaan kuuluvat ajoneuvoihin sekä niiden mobiili- ja päätelaitteisiin liittyvät ominaisuudet. Toisen luokan ominaisuuksia ovat tie- ja reittiaineistot, kulkuneuvot ja työntekijät sekä reittien siirtäminen ohjelmasta toiseen. Optimoinnin parametreja on lukuisia, ja niihin kuuluu muun muassa ajoneuvojen ominaisuudet, aikaikkunat, työaika- ja muut säädökset sekä erilaiset rajoitukset. Viimeiseen luokkaan kuuluvat muut ohjelmistoon liittyvät ominaisuudet. Näitä ovat esimerkiksi ohjelmiston generoimat raportit, osoitteiden paikantaminen, erilaisten karttojen tuki sekä asiakastietojen tallennus. (Hallamäki & Ruohonen 2008)

#### 3.4.1 Optimointiohjelmistojen vertailututkimuksia

Hallamäki ja Ruohonen (2008) päätyivät ottamaan testikäyttöön kuusi eri optimointiohjelmää. Valinta tehtiin pääosin ohjelmistojen saatavuuden sekä siitä aiheutuvien kustannusten perusteella. Testattavat ohjelmat olivat: Spider, SHORTREC, Routel Logix, Route Planner, Intertour ja Plan OP. Testissä oli neljä eri tapausta, joissa kaikissa ei voitu ohjelmistojen ominaisuuksista johtuen testata kaikkia ohjelmia.

Ensimmäinen tapaustutkimus koski Jyväskylän kaupungin ateriakuljetuksia. Kuljetuksia toimitti yhdeksän autoa, jotka kävivät varikolla pakkaamassa auton aikataulun mukaisesti aloittaen klo 9:30. Pakkaamiseen oli varattu aikaa 10 minuuttia ja vain yhden auton voi pakata kerralla. Kaikki toimitukset tulee tehdä klo 10–13:30 välisenä aikana ja ne toimitetaan suoraan asiakkaalle kotiin asti. Yhden toimituksen arvioitiin kestävän keskimäärin 3 minuuttia. Tutkimus suoritettiin Spider ja Plan OP ohjelmilla.

Spider –ohjelmistolla tulokset olivat hyviä, riippumatta laskenta-ajasta. Optimointi lopetettiin 20 sekunnin laskennan jälkeen, mutta jopa 500 sekunnin laskenta-aika tuotti vain 0,5-1 % eron tulokseen. Optimointeja tehtiin erilaisilla skenaarioilla ja erilaisilla para-

metreilla. Äärimmilleen viritetyt parametrit tuottivat jopa 50 % säästöjä kilometreissä ja autojen määrässä. Plan OP ohjelmassa ongelmia aiheuttivat aikojen pyöritykset, joita jouduttiin tekemään, jotta tilaukset saatiin vietyä ohjelmaan. Optimointitulokset olivat kuitenkin hyvin samanlaisia Spiderin kanssa.

Toinen tutkittava tapaus oli seka- ja biojätteen kuljetustapaus. Käytössä oli kuusi autoa ja tilauksia oli 10 000. Tilaukset olivat jakautuneet eri ajankohdille epätasaisesti, sillä eri kohteissa käytiin eri määrä kertoja tietyssä ajanjaksossa (kahdesti viikossa, kerran viikossa, kaksi kertaa kuukaudessa tai kerran kuukaudessa). Ajoneuvokapasiteetti jaettiin niin, että 2/3 kapasiteetista varattiin sekajätteen kuljetukseen ja loput biojätteen kuljetukseen. Tähän tapaukseen soveltui parhaiten Route Planner ohjelma.

Route Plannerilla ei pystytty optimoimaan ongelmaa kokonaisuutena, sillä ohjelma ei pystynyt käsittelemään tehokkaasti annettua datamäärää. Ongelma jouduttiin siis pilkkomaan osiin. Jako suoritettiin viikkojen ja käytettyjen autojen mukaan. Viikoittaiset säästöt kilometrien suhteen olivat noin 30 %, kun taas matka-ajan suhteen ne olivat keskimäärin 23 %. Tulokset eivät ole suoraan verrattavissa alkuperäisiin tuloksiin, sillä ongelman pilkkominen muutti sen luonnetta hieman. Tulokset ovat kuitenkin suuntaa-antavia. Käytettyjen ajoneuvon suhteen tehty pilkkominen oli lähempänä reaali maailman tilannetta ja siinä mallissa säästöjä saatiin 13 – 23 %.

Kolmannessa tapauksessa oli kyseessä elintarvikkeiden jakelu, jota tehtiin kolmessa vuorossa ja määritellyllä sekä autojen että perävaunujen kapasiteetilla. Tavarantoimittajan jakelussa piti ottaa huomioon, että mikä tavara pitää lastata autoon, minkä voi lastata perävaunuun ja mikä vaatii kylmäkuljetuksen.

Route Planner ja Shortrec osoittautuivat parhaiksi sovelluksiksi tässä tapauksessa. Kaikilla ohjelmilla optimoidut tulokset olivat erittäin samankaltaisia, mutta näiden kahden ohjelman käytettävyyden ja toimintatavat tekivät niistä parhaimmat. Molemmissa oli jonkin verran ongelmia karttapohjan kanssa, mutta ne eivät vaikuttaneet tuloksiin merkittävästi.

Neljäs tapaus oli perinteinen optimointitapaus, jossa jaettiin tuotteita ihmisten koteihin. Helpohkon optimoinnin vuoksi tapauksen tavoitteeksi otettiin työkalun etsiminen, jolla pystyttäisiin arvioimaan nykyisten jakelualueiden kustannuksia mahdollisimman tarkasti. Tutkimukseen valittiin Kuopiossa oleva valmis jakelureitti, joka alkaa varikolta. Työntekijät jakavat tuotteet asiakkaille itse valitsemassaan järjestyksessä, jonka jälkeen työpäivä loppuu. Tapauksessa otettiin huomioon työntekijöiden erilaiset kulkutavat: kävellen, pyörällä ja autolla. Mallinnuksessa optimoinnilla saavutettiin pieniä, ei erityisen huomioitavia muutoksia nykyisiin jakeluaikoihin.



Tässä tapauksessa ohjelmistoissa oli ongelmia osoitteiden paikantamisessa, karttatietokannassa sekä jakelupisteiden sijoittumisessa samaan osoitteeseen. Erilaisissa skenaarioissa jakelussa säästetty aika vaihteli 49 sekunnin ja kolmen minuutin välillä.

Taulukoissa 3.1, 3.2, 3.3 ja 3.4 on esitetty tutkimuksessa esille tulleita ohjelmistojen vahvuuksia ja heikkouksia tutkijoiden omaan käyttökokemukseen perustuen (Hallamäki & Ruohonen 2008).

**Taulukko 3.1 ShortRec.**

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erittäin hyvät raportit</li> <li>• Manuaalinen paikannus erinomainen (kartta + muut ominaisuudet), pieniä käytettävyyso ongelmia</li> <li>• Monipuolinen mallinnus, joka tosin vaatii epäkäytännöllistä ini-tiedostojen muokkaamista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Käynnissä olevaa optimointia ei voi keskeyttää</li> <li>• Etäisyydet pyöristyvät seuraavaan kokonaiseen kilometriin</li> <li>• Oikominen paikannuksessa -&gt; säästää kilometreissä</li> <li>• Saattaa kaatua niin, että jokainen MenuItem vastaa File-&gt;Exit komentoa</li> </ul>

**Taulukko 3.2 InterTour.**

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yksisuuntaisten katujen paikallinen huomioonottaminen (Jyväskylän alue)</li> <li>• Asiakkaiden tietoja voi muuttaa kerralla usealle (valitulle) asiakkaalle</li> <li>• Käsien suunnittelun ominaisuudet erinomaiset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toiseen osoitteeseen paikannetun tilauksen alkuperäistä osoitetta ei säilytetä</li> <li>• Saattaa arpoa paikannuksen ilmoittamatta väärään paikkaan (tarkistaminen hankalaa)</li> <li>• Paikannus käsin varsin hankalaa</li> <li>• Valmista .def-tiedostoa ei pääse ohjelmalla muokkaamaan, muokaus tehtävä käsin tai luotava uusi tiedosto</li> <li>• Tiereitillä ei näytetä ajosuuntaa</li> <li>• Suunnitelman tekeminen uutta dataa varten hieman hankalaa</li> </ul>

**Taulukko 3.3 Spider.**

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kattavat säädöt optimoinnin parametreissa</li> <li>• Tulokset vaikuttavat hyviltä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Käynnistyy kovin hitaasti</li> <li>• Kaatuilee</li> <li>• Runsaasti tarpeetonta etäisyysmatrisiin laskemista</li> <li>• Ajoneuvoryhmien lisäys hankalaa, ja kaataa softan</li> </ul>

**Taulukko 3.4 RoutePlanner.**

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyvät graafit ja muut tiedot optimoinnin aikana</li> <li>• LKH ja optimoinnin parametrien määrittely</li> <li>• Monikäyttöiset 'capacity objectit' mallinnuksessa</li> <li>• Aluemäärittelyt (jos toimisivat)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paikannukset eivät säily</li> <li>• Isot tiet vain numeron perusteella ja muitakin ongelmia teitten nimien kanssa (korjattavissa, mutta vaatii joltakin osapuolelta työtä)</li> <li>• Import-määrittely voisi olla kätevämpi</li> <li>• Hidas käynnistymään (kartan lataaminen muistiin)</li> <li>• Optimoinnin parametrien säätäminen vaatii jatkuvaa ohjekirja lukemista</li> <li>• Oletusasetukset kartan piirtämisessä (isot tiet ja kylät eivät näy)</li> <li>• Ei osaa optimoida kunnolla hinnan mukaan</li> </ul>

Toisen tutkimuksen optimointiohjelmistoista ovat tehneet amerikkalaiset Janice Partyka ja Randolph Hall (2008). Tutkimukseen otettiin mukaan 22 optimointiohjelmistoa, joiden toimittajista 12 oli amerikkalaisia ja 4 eurooppalaisia. Tutkimus tehtiin kyselyillä ja tutkittavat osa-alueet olivat seuraavat: alusta, algoritmin ominaisuudet, käyttöliittymä ja ominaisuudet, sovellukset, järjestelmäintegraatio ja taustatiedot. Tulokset perustuvat yritysten itse antamiin tietoihin.

Windows on yleisin käyttöjärjestelmä, jolla optimointiohjelmat toimivat. Tutkimukseen osallistuneista vain yksi yritys tarjosi ohjelmistoa Mac OS:lle ja kolme muuta Linuxille.

14 tuotetta on saatavilla SaaS:na, joka tarkoittaa ohjelmiston hankkimista palveluna perinteisen lisenssipohjaisen tavan sijaan.

Ohjelmistojen myyjät kertovat, että keskikokoisen ongelman, joka on noin 1000 pysähdystä, 50 reittiä ja kahden tunnin tiukka aikaikkuna, ratkaisemiseen menee minuutista viiteen minuuttia. Ratkaisuaajat ovat pysyneet samanlaisina kuin ne olivat kaksi vuotta aikaisemmin. Tutkijat ovat tietoisia siitä, että arviot reitin pituudesta voivat olla erittäin tehokkaita apuvälineitä ratkaisun tekemiseen lyhyessä ajassa. Solmureititys on tapa määrittää ja järjestää irrallisia tilauksia. Kaikissa tutkimuksen ohjelmissa se on mahdollista.

Ohjelmistojen käytettävyyttä lisää huomattavasti se, että käyttäjä saa itse vaikuttaa algoritmin tekemiin reitteihin. Tutkimuksen kaikissa ohjelmissa on mahdollista itse muuttaa reittejä drag and drop (raahaa ja pudota) –menetelmällä. Tämä vaatii ohjelmistolle karttapohjan, joita tarjoaa mm. Navteq ja Tele Atlas. Näissä ohjelmistoissa käyttäjä saa itse valita, millaisen karttapohjan valitsee ja tarvitsee omaan käyttöönsä.

Tulevaisuudessa on yhä tärkeämpää, että kuljettajien kanssa voidaan kommunikoida ja heidän tekemisiään voidaan seurata reaaliaikaisesti. Ajoneuvoihin lisätään enenevässä määrin erilaisia pääte- tai mobiililaitteita, joiden avulla nopeatkin muutokset ovat mahdollisia.

### **3.4.2 ESRI – ArcLogistics**

ArcLogistics on ESRI Finlandin valmISRatkaisu reittien ja aikataulujen, kuten myös kuormausjärjestyksen ja terminaalitoimintojen optimointiin. Tuote on kehitetty tukemaan suunnittelua, joten itsenäiseksi reitinoptimointityökaluksi siitä ei ole (Mattila 2010). ArcLogistics on työasemaratkaisu, joka sopii yritysten ja organisaatioiden käyttöön, joiden haasteena on usean auton reitinoptimointi päivittäin vaihtuviin kohteisiin. Tuotteeseen on liitettävissä ArcLogistics –navigaattori, joka helpottaa kuljettajien operatiivista työtä. Tuotetta käytetään tyypillisesti elintarvike- ja tavarakuljetuksissa, koululais- ja vammaiskuljetuksissa sekä lähetti- ja jakelupalveluissa. (ESRI Finland) Ohjelmalla on mahdollista tehdä erilaisia ”mitä jos” –skenaarioita, joiden avulla voidaan ennakoida muutoksia tulevaisuudessa ja etsiä vaihtoehtoisia toimintatapoja olemassa oleville. (Mattila 2010)

ArcLogistics ei ole ollut mukana tunnetuissa optimointiohjelmistojen vertailuissa. Eräässä tutkimuksessa se oli mukana ohjelmiston vanhalla nimellä ArcLogistics Route, mutta sitä ei voitu hyödyntää tutkimuksen aikana, sillä karttadatassa oli ilmennyt ongelmia ja ohjelmisto olisi vaatinut ohjelmistopäivityksen (Neittaanmäki & Bräysy 2008).

Hallamäen ja Ruohosen (2008) raportissa oli kirjattu muutamia ArcLogistics –ohjelman hyviä ominaisuuksia. Ohjelmassa pystyy määrittämään ajoneuvoille hyvin tarkan kapasiteetin, jonka mukaisesti optimoinnit tehdään. Tämä lisää optimoinnin todenmukaisuutta ja auttaa suunnittelussa. Asiakkaat saadaan paikannettua ohjelmaan tarkasti ja niiden perusteella lasketut reitit ovat tehokkaita. Tähän liittyen ohjelma osaa ottaa hyvin huomioon asiakkaalle määritellyt parametrit ja optimoida palvelujärjestyksen järkevällä tavalla.

### 3.4.3 ProComp – $R^2$ optimointi

$R^2$  optimointi tarjoaa asiakkaille sekä strategisen, taktisen sekä operatiivisen tason optimointipalveluita. Ohjelmisto on suunniteltu monipuoliseen käyttöön, monien eri alojen tuottavuuden parantamiseen. Ohjelmassa sovelletaan uusimpia algoritmeja sekä mallintamistekniikoita, joita asiantuntijat kehittävät. Ohjelmisto mahdollistaa reaaliaikaisen suunnittelun mobiililaitteisiin rakennettujen liitosten avulla. Tämän lisäksi yritys lupaa, että ohjelmisto voidaan räätälöidyn työasemaohjelmiston lisäksi integroida valmiina moduulina asiakkaan olemassa oleviin järjestelmiin. (Kaartinen, ProComp)

Ohjelmistossa on mahdollista määritellä hyvin tarkasti ajoneuvokalusto, jolla ajetaan. Autoja voi mallintaa totuudenmukaisesti niin henkilömäärän, tilavuuden, hinnoittelun kuin ajoneuvon liittyvien lakien mukaisesti. Parametrit voi määritellä itse, eikä niitä tarvitse valita valmiista valikosta. Tämä helpottaa ohjelmiston käyttöä niin eri kaupungeissa kuin eri maissakin. Heikkoutena autojen mallintamisessa on, että ne on suunniteltu tavarakuljetuksiin ja ihmisiä kuljetettaessa käyttäjä joutuu ajattelemaan ihmisiä tavaroina. Tilausten siirtäminen ohjelmaan onnistuu monissa eri formaateissa ja mikä parasta, ohjelmaan voi siirtää takaisin käsin muokattuja reittejä. Tämä on tehty siitä syystä, että tällä ohjelmalla optimointitulosten käsin muuttaminen on mahdotonta. Kun ohjelma laskee optimin ratkaisun, ei siihen voi tehdä muutoksia.

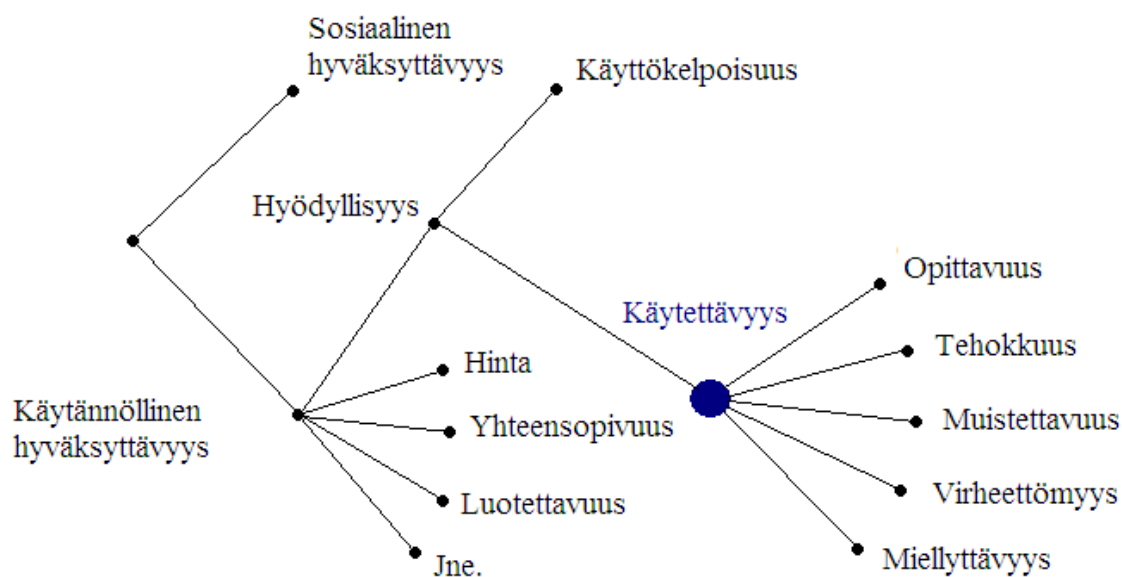
### 3.4.4 SPIDER

Spider on norjalainen optimointiohjelmisto, jonka on kehittänyt Skandinavian suurin itsenäinen tutkimusorganisaatio SINTEF. Spider on ajoneuvon reititysongelmaan perustuva ratkaisu, joka hyödyntää state-of-art –heuristiikkoja algoritmissaan. Ohjelmassa voidaan mallintaa reaali maailmaa suurella tarkkuudella mm. ajoneuvojen ja varikoiden suhteen. Ohjelmisto on tehty C++ -kielellä ja sitä voi käyttää Windows käyttöjärjestelmällä. Graafinen käyttöliittymä mahdollistaa reittien helpon suunnittelun ja monenlaisien variaatioiden kokeilemisen. Reittien muuttaminen onnistuu drag and drop –menetelmällä helposti. Sovellus on suunniteltu valmiiksi ratkaisuksi, mutta sen muokkaaminen asiakkaan tarpeiden mukaan on mahdollista. (Spider Solutions 2009)

## 4 KÄYTTÄJÄKESKEINEN SUUNNITTELU

Käyttäjäkeskeinen suunnittelu pohjautuu vahvasti käytettävyyden peruskäsitteelle: käytettävyys (usability).

Käytettävyys on määritelty ISO 9241-11 - standardissa seuraavasti: "Se vaikuttavuus, tehokkuus ja tyytyväisyys, jolla tietyt määritellyt käyttäjät saavuttavat määritellyt tavoitteet tietyssä ympäristössä". Jakob Nielsen (Nielsen 1993) on laajentanut määritelmää lisäämällä siihen opittavuuden, muistettavuuden sekä virheiden määrän vähyyden. Nielsen myös jatkaa, että käytettävyys ei ole yksikäsitteinen käyttöliittymän ominaisuus, vaan laajempi kokonaisuus, joka muodostuu edellä mainituista attribuuteista. Kuvassa 4.1 on esitetty Nielsenin (Nielsen 1993) näkemys käytettävyyden roolista tuotteen hyväksyttävyydessä. Samalla hän esittelee käytettävyyden attribuutit käytettävyyden määritelmässä.



Kuva 4.1 Käytettävyyden osatekijät. (Muokattu lähteestä Nielsen 2003)

### 4.1 Peruskäsitteet

Käyttäjäkeskeisen suunnittelun peruslähtökohtia, tuotteesta riippumatta, ovat seuraavat (SFS-EN ISO 13407 1999, Jokela et al. 2003):

- Käyttäjien aktiivinen osallistuminen sekä käyttäjä- ja tehtävävaatimuksien selkeä ymmärtäminen

- Tarkoituksenmukainen toimintojen jakaminen käyttäjien ja tekniikan välillä
- Suunnitteluratkaisujen iterointi
- Monialainen suunnittelu

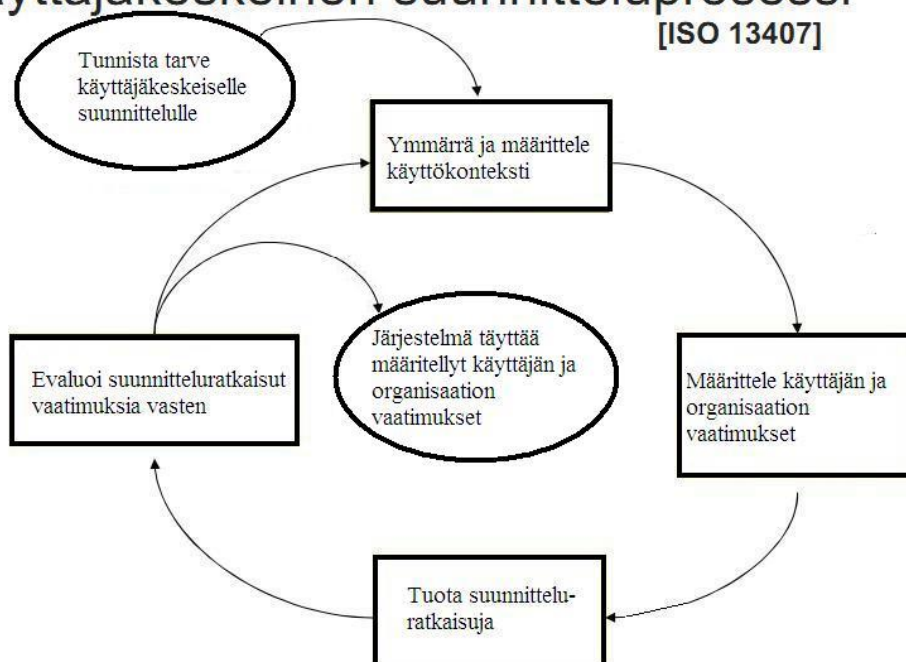
Yllä olevan listan ensimmäinen kohta tarkoittaa, että käyttäjä otetaan mukaan suunnitteluprosessiin jo sen alusta alkaen. Käyttäjät voivat vaikuttaa tuotteen suunnitteluun sekä he voivat arvioida jo tehtyjä ratkaisuja. Tällainen osallistuminen lisää käyttäjien hyväksyntää sekä sitoutumista tuotteeseen, sillä he ovat itse saaneet olla mukana kehitysprosessissa. Tämäntyylinen toiminta on mahdollista silloin, kun tuotetta hankintaan tietylle organisaatiolle ja tuotteen loppukäyttäjät ovat jo ennalta tiedossa ja he ovat melko homogeeninen joukko. Jos taas kyseessä on laaja ja heterogeeninen käyttäjäjoukko, niin käyttäjien joukosta valitaan otos, jonka perusteella tehdään tuotteen käyttäjä- ja tehtävävaatimukset.

Toinen kohta tarkoittaa tuotteen toimintojen vastuiden määrittämistä: mitkä tehtävät osoitetaan ihmiselle ja mitkä koneelle. Päätöksiä ei tule perustaa yksistään siihen, mikä on teknisesti mahdollista, vaan tulee huomioida myös käyttäjälle jäävien toimintojen kokonaisuksiellisyys.

Kolmas kohta perustuu käyttäjiltä saatuun palautteeseen, jonka perusteella tuotetta kehitetään iteratiivisesti. Iterointia tehdään tuotekehityksen alusta lähtien, joten alustaviakin suunnitteluratkaisuita päästään testaamaan oikeilla käyttäjillä.

Käyttäjäkeskeisessä suunnittelussa tieteenalojen rajat ylittävä yhteistyö on erityisen tärkeää, sillä tuotteita tehdään hyvin erilaisille käyttäjille. Useiden erilaisten näkökulmien, kuten tekninen, ekologinen ja taloudellinen, tuominen projektiin tuo tuotteelle huomattavaa lisäarvoa käyttäjän näkökulmasta.

## UCD= User-Centered Design Käyttäjäkeskeinen suunnitteluprosessi [ISO 13407]



**Kuva 4.2 Käyttäjäkeskeinen suunnitteluprosessi.** (Muokattu lähteestä SFS-EN ISO 13407 1999)

Käyttäjäkeskeinen suunnitteluprosessi (Kuva 4.2) alkaa siitä, että käyttäjällä on tarve jollekin tuotteelle tai palvelulle. Suunnittelijan seuraava askel on ymmärtää käyttäjän luonnollista käyttöympäristöä sekä käyttötilannetta. Se onnistuu keräämällä tietoa käyttäjien tehtävistä ja toimintaympäristöstä. Kun käyttökonteksti on määritelty, pitää määritellä käyttäjän vaatimukset. Käyttäjän tarpeista saadaan johdettua tuotteen käyttäjävaatimukset, jotka toimivat prosessin mittarina. Kun tavoitteet on saavutettu, voi tuotettujen ja arvioitujen suunnitteluratkaisujen iteroinnin lopettaa. Iterointia kuitenkin jatketaan niin kauan, ja suunnitteluratkaisuja muokataan, että tuote täyttää käyttäjän ja myös organisaation vaatimukset.

### 4.2 Menetelmiä

Erityisesti tuotekehityksessä on vuosien aikana ymmärretty, että käytettävyyteen panostaminen maksaa itsensä jossain vaiheessa takaisin ja on siis kannattavaa (Hyysalo 2006). Käyttäjät ovat kuitenkin ne, jotka joutuvat käyttämään tuotetta. Miksi ei siis kannattaisi selvittää heiltä, että millainen tuote olisi heidän mieleensä ja täyttäisi heidän tarpeensa?

Käytettävyytutkimuksessa pyritään *ymmärtämään* käyttäjiä ja heidän todellisia tarpeita. Tarkoitus on selvittää sekä heidän mielipiteitään että näkemyksiään, joiden perusteella sitten määritellään tarpeita. Käyttäjiltä saatu tieto toimii suunnittelun perustana,

sillä myöhemmin esille tulleet virheet tai tyytymättömyys tuotteeseen ovat yritykselle erityisen kalliita. (Nielsen 1993)

Tuotekehityksen alkuvaiheessa on tärkeää kerätä laadullista tietoa käyttäjien tavoista toimia sekä heidän tarpeistaan ja odotuksistaan. Tällaista tietoa saadaan esimerkiksi haastatteluilla ja tarkkailulla. Laadullista tietoa hyödynnetään tuotteen hahmotteluvaiheessa sekä suunnitelmien tueksi. Määrällistä tietoa, jota saadaan mm. kyselyistä, käytetään tehtäessä yhteenvetoa tai vertailuja tuotteesta. Määrällinen tieto on omiaan myös esiteltäessä tuotetta johdolle sekä tieteellisessä todentamisessa. Yhteistä näille on se, että käyttäjiltä tarvitaan luotettavaa tietoa, jota voidaan tuotekehityksessä hyödyntää. (Hyysalo 2006).

Tässä työssä on esitelty vain menetelmiä, joilla on tarkoitus kerätä käyttäjätietoa. Esimerkiksi käytettävyydestit on jätetty pois, sillä tarkoitus ei ole testata olemassa olevaa tuotetta vaan saada tietoa käyttäjistä ja heidän asenteistaan ja tarpeistaan.

#### **4.2.1 Havainnointi**

Käytettävyydessä on erityisen tärkeää olla tekemisissä loppukäyttäjien kanssa, todellisissa käyttötilanteissa. Havainnoinnissa on tarkoituksena, että tarkkailija seuraa käyttäjän toimia ikään kuin tilanteen ulkopuolelta, häiritsemättä käyttäjää hänen työssään ja vaikuttamatta siihen millään tavalla. (Nielsen 1993, Metsämuuronen 2003)

Havainnointi on yksinkertainen tapa tehdä käytettävyydestutkimusta, vaikka tulosten läpikäyminen onkin työlästä ja aikaa vievää. Käyttäjää ja hänen toimintaansa seurataan hänen omassa ympäristössään. Tällä tavalla pyritään ymmärtämään käyttäjän tekemisiä sekä ympäristön vaikutusta siihen. Havainnointitilaisuudessa on läsnä käyttäjän lisäksi tutkija, joka tekee muistiinpanoja tilaisuudesta. Tutkija voi olla käyttäjän välittömässä läheisyydessä, jolloin hän voi esittää tarvittaessa tarkentavia kysymyksiä käyttäjän toiminnasta, mutta on myös mahdollista, että tutkija on tarkkailemassa tilan ulkopuolella, jolloin käyttötilanne vastaa todenmukaisemmin todellista käyttötilannetta. Tutkijan läsnäolo saattaa häiritä käyttäjää ratkaisevasti, jolloin hän ei pysty käyttäytymään luonnollisesti käyttötilanteessa, vaan yrittää tehdä asioita ”oikein”. Käyttäjä voi kysyä apua tutkijalta, mutta mahdollisimman aidon käyttötilanteen luomiseksi ei ole hyvä antaa käyttäjälle valmiita vastauksia. Tilaisuudessa tehdyt muistiinpanot eivät välttämättä ole aina riittävä keino käyttäjän toimien tulkitsemiseen, joten videokuva, valokuvat sekä ääninauhat auttavat tulosten analysoinnissa jälkikäteen. (Hyysalo 2006)

Havainnoinnissa on tarkoituksena löytää käyttäjän toiminnasta piilotarpeita, jolla voitaisiin parantaa käyttökokemusta. Onkin tärkeää, ettei havainnointitilaisuudessa keskitytä liiaksi siihen, mitä tutkija jo tietää, vaan asia tulisi nähdä suurena kokonaisuutena, missä voi tulla esiin mitä tahansa uutta. (Nielsen 1993, Hyysalo 2006)



Hyysalon (2006) mukaan on olemassa erilaisia havainnointitapoja: passiivinen havainnointi, varjostamishavainnointi sekä havainnointihaastattelu. Passiivisessa havainnoinnissa ei puututa käyttäjän toimiin, eikä kysytä häneltä tarkennusta tai syitä hänen toimiinsa (Metsämuuronen 2003). Ideaalitulanteessa käyttäjä ei edes tiedosta, että häntä tarkkaillaan. Varjostamishavainnoinnissa käyttäjää seurataan hyvin läheltä ja seurataan häntä toimesta toiseen. Havainnointihaastattelussa käyttäjältä kysytään kysymyksiä liittyen havaittuihin asioihin, ei esimerkiksi käyttäjän toiveisiin liittyen. (Hyysalo 2006)

#### 4.2.2 Kysely

Nielsenin (1993) sekä Hyysalon (2006) mukaan kysely on kirjoitetussa muodossa oleva haastattelu, joka on joko paperinen tai Internetlomake. Hirsjärvi & Hurme (1988) puolestaan väittävät, että kyselylomaketutkimus ei ole haastattelu. Kysely eroaa haastattelusta muun muassa siten, että siinä kerätään laadullisen tiedon sijaan määrällistä tietoa. Tutkijan on myös mahdotonta tarkentaa käyttäjän antamaa vastausta, mikä tekeekin kysymysten suunnittelusta ensiarvoisen tärkeää: käyttäjälle ei saa antaa mahdollisuutta tulkita kysymyksiä vastausten luottamuksellisuuden takia. Riippuen kyselyn luonteesta ja vastausten yksityiskohtaisuuden tarpeellisuudesta, kyselyitä tulee toimittaa 50–1000. Tutkijan tulee huomioda kyselyä tehdessään monia asioita, mutta peruseriaatteena on, että kysely ei saa olla liian pitkä, sillä se vääristää käyttäjän vastauksia tai saa hänet lopettamaan kyselyn täyttämisen. Tämän lisäksi tulee välttää vaikeita termejä ja tehdä kyselystä kohderyhmälle sopiva. Kyselytutkimuksessa on erittäin tärkeää suorittaa ensin pilottitutkimus, jotta nähdään, onko kyselyssä ongelmakohtia ja saadaanko sillä tietoa, jota halutaan. (Nielsen 1993)

Kysely on yksinkertainen tapa kerätä tietoa suurelta määrältä käyttäjiä (Ovaska et al. 2005). He saavat itse päättää milloin täyttävät kyselyn ja he saavat tehdä sen omassa rauhassa ilman ulkopuolisen tutkijan painostusta. Kyselyn hyvä puoli on myös, että sen tulokset on melko helppo purkaa ja tuloksista saadaan muodostettua vaivatta taulukoita, joita tutkimuksissa voidaan käyttää.

Kyselyssä on kuitenkin huonotkin puolensa. Tutkija ei pysty tarkentamaan käyttäjältä hänen antamaansa vastausta, vaikka olisi tarvetta. Esimerkiksi jos jonkun käyttäjän vastaukset poikkeavat suuresti massasta, niin olisi hyvä selvittää miksi näin on ja miten se vaikuttaa tuotteeseen, jota testataan. Ongelmaksi muodostuu usein myös vastausten luotettavuus: kukaan ei valvo käyttäjää, että hän vastaa totuudenmukaisesti, vaan hän saa vastata juuri niin kuin haluaa. Monesti käyttäjät yrittävät vastata kysymyksiin ”oikein”, eli tutkijan haluamalla tavalla, koska pelkäävät oman mielipiteen sanomista epäillen sen olevan huono tai väärä. Tästä seuraa myös se, että tuloksia ei välttämättä voi tulkita aivan kirjaimellisesti. Suurimpia ääripäitä voi joutua tarkastelemaan kriittisesti ja miettimään vastausten validiteettia. Kyselyn tekeminen ja kysymysten asettaminen niin, ettei niissä ole tulkinnan varaa on erityisen haastavaa jopa kokeneelle tutkijalle. Kaikkien

käyttäjien tulisi ymmärtää kysymykset samalla tavalla ja asteikon tulisi olla sellainen, että se ei aiheuta käyttäjille tulkitsemisongelmia. (Nielsen 1993)

Kysely koostuu useimmiten monivalintakysymyksistä, erilaisista asteikoista sekä avoimista kysymyksistä. Monivalintakysymyksissä käyttäjä saa valita joko yhden tai monta mieleistään vaihtoehtoa. Avoimia kysymyksiä ei juuri suosita, sillä niiden tulkitseminen on monimutkaista ja työlästä. (Ovaska et al. 2005) On myös mahdollista, että käyttäjän kirjoitusta on mahdoton tulkita joko epäselvän käsialan tai päämäärättömän kirjoituksen vuoksi. Avoimen kysymyksen informaatioarvo on kuitenkin suurempi kuin monivalintakysymyksen, sillä sen avulla käyttäjä saa mahdollisuuden tarkentaa omaa näkemystään (Nielsen 1993).

#### **4.2.3 Haastattelu**

Haastattelu on laadullinen käyttäjätutkimuksen menetelmä. Siinä käyttäjälle esitetään suullisesti kysymyksiä aihepiiriin liittyen. Haastattelua käytetään useasti täydentämään muitakin menetelmiä, sillä kysymällä saa parhaiten selville, mitä käyttäjä ajattelee. Haastattelussa on erittäin tärkeää, että haastattelija ei johdattele keskustelua haluamansa vastauksen suuntaan, vaan että hän antaa haastateltavalle tilaa vastata omalla tavallaan ja toimii itse ainoastaan keskustelun ohjaajana. Hän ei saa neuvoa haastateltavaa eikä missään tapauksessa puolustella tuotetta, jota haastattelu koskee. Haastattelun suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota siihen, että käyttäjä ei voi vastata kysymyksiin kyllä tai ei, vaan että kysymykset ovat luonteeltaan laadullista tietoa kerääviä. (Nielsen 1993, Hyysalo 2006)

Haastattelut jaetaan kolmeen luokkaan kuvan 4.3 mukaisesti: strukturoituun, puolistrukturoituun sekä avoimeen haastatteluun.

	Strukturoitu haastattelu	Puolistrukturoitu haastattelu	Avoin haastattelu
<b>Kysymysten muotoilu</b>	Kiinteä	Suosituskysymyksiä	Vapaa
<b>Kysymysalue</b>	Tiukasti määriteltä	Pääpiirteissään määriteltä	Vapaa
<b>Vastaajien määrä</b>	Suuri	Melko pieni	Pieni
<b>Kustannukset/ yksikkö</b>	Pienet	Suurehkot	Suurehkot
<b>Työmäärä analyysivaiheessa</b>	Melko pieni	Suuri	Suuri
<b>Tutkijan paneutuminen</b>	Voi olla pieni	Aina suuri	Aina suuri
<b>Saatu tieto</b>	Pinnallista	Syvää	Syvää

**Kuva 4.3 Eri haastattelutyyppejen ominaispiirteitä.** (Muokattu lähteestä Metsämuuronen 2003)

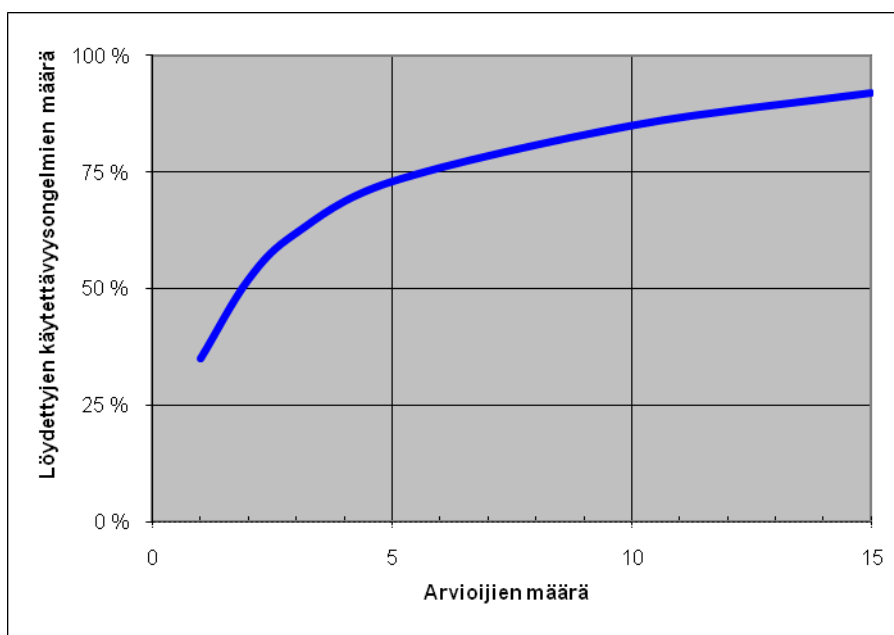
Strukturoitu haastattelu on tyypiltään kaikkein tarkimmin rajattu. Haastattelijalla on valmis kysymyspohja, josta ei poiketa. Haastattelu on tarkasti suunniteltu ja se on helppo toteuttaa esimerkiksi puhelimesta. Avoin haastattelu puolestaan on hyvin vapaamuotoinen. Haastatteli on päättänyt haastattelun aiheen etukäteen, mutta valmiita kysymyksiä ei tarvitse olla. Usein tilaisuus on vapaata keskustelua aiheen ympärillä, jonka vuoksi tämä haastattelumuoto vaatii haastattelijalta kokemusta vastaavasta tilaisuudesta. Puolistrukturoitu haastattelu on näiden kahden välimuoto. Haastattelijalla on valmiita kysymyksiä, mutta niistä on lupa poiketa, mikäli haastattelu niin etenee. Haastatteli voi myös esittää lisäkysymyksiä, mikäli haastateltavan vastaus sitä edellyttää. (Nielsen 1993, Metsämuuronen 2003)

Ryhmähaastattelu on haastattelun muoto, jossa samaan aikaan haastateltavana on vähintään kolme henkilöä. Kahden henkilön samanaikaista haastattelua kutsutaan parihaastatteluksi. Ryhmähaastattelussa haastattelijan rooli on hallita keskustelua pitämällä fokus siinä, mikä on aiemmin sovittu: ryhmässä keskustelunaiheet karkaavat helposti kauemmas aiheesta ja haastavaa onkin ohjata keskustelua sammuttamatta keskustelijoiden paloa puhua jostain asiasta. Toinen haaste on saada myös hiljaisemmat ja syrjäanvetäytyvämmät henkilöt mukaan keskusteluun, sillä puheliaat ihmiset dominoivat keskustelua helposti. (Nielsen 1993, Hyysalo 2006)

#### 4.2.4 Heuristinen arviointi

Heuristinen arviointi tarkoittaa tuotteen käyttöliittymän systemaattista tarkastelua käytettävyyden näkökulmasta. Useimmiten arvioinnin suorittavat käytettävyyden asiantuntijat, jotka perustavat arvionsa erilaisiin käytettävyyssääntöihin (heuristiikkoihin). Yksi tunnettu heuristiikkalista on Jakob Nielsenin kymmenen heuristiikan lista. Muita heuristiikkalistoja ovat muun muassa Normanin suunnitteluperiaatteet (Norman 1998) sekä Shneidermanin kahdeksan kultaista sääntöä (Shneiderman 1997). Heuristisen arvioinnin tavoite on löytää tuotteen käyttöliittymästä sen hyvät ja huonot puolet, jotta tuotetta voidaan kehittää eteenpäin. (Nielsen 1993) (Ovaska et al. 2005)

Arviointia pitää olla suorittamassa useita henkilöitä, sillä kuten kuva 4.4 osoittaa, yksi henkilö löytää vain n. 35 % käytettävyyssongelmista. Maksimimäärä arvioijissa on puolestaan kymmenen henkilöä, koska sen jälkeen löydettyjen virheiden määrä ei kasva enää merkittävästi. Keskiarvona voi sanoa, että viisi asiantuntijaa on riittävä määrä luotettavien tulosten saamiseksi. (Nielsen 1993)



**Kuva 4.4 Käytettävyyssongelmien löytyminen arvioijien määrän funktiona.** (Muokattu lähteestä Nielsen 2003)

Tuotteita on arvioitu kautta aikojen heuristisesti, mutta vasta 1990-luvulla menetelmälle keksittiin nimi ja määritelmä. Monet suunnittelijat arvioivat tuotettaan intuitiivisesti, perustuen maalaisjärkeen, jolloin he huomaamattaan tekevät heuristista arviointia. (Nielsen & Molich 1990) Heuristinen arviointi kannattaa tehdä tuotekehityksen varhaisessa vaiheessa, jotta löydettyihin käytettävyyssongelmiin pystytään puuttumaan ilman suurta vaivaa. Heuristisen arvioinnin suorittamiseen ei ole yhtä oikeaa tapaa, mutta Nielsen (1993) on todennut, että käyttöliittymä kannattaa ensin silmäillä läpi ja toisella kierroksella ruveta tekemään varsinaista arviointia.

Heuristisen arvioinnin hyviä puolia ovat sen edullisuus sekä helppous. Arvioinnin voi tehdä jo tuotteen prototyyppivaiheessa, jolloin tuotantoon ei tule suuria lisäkustannuksia, jos tuotetta joudutaan muuttamaan paljon. Helpoksi arvioinnin tekee se, että se ei vaadi suuria henkilö-, tila- tai laiteresursseja. Tämän lisäksi heuristisen arvioinnin tekeminen on intuitiivista ja sen vuoksi asiantuntijat on helppo motivoida tekemään sitä. (Nielsen & Molich 1990)

Haittapuolena heuristisessa arvioinnissa on, että se ei tarjoa valmiita ratkaisuja käytettävyyssongelmien ratkaisemiseen. Menetelmän avulla löydetään ongelmat, mutta suunnittelijan tulee kuitenkin vielä ratkaista löytynyt ongelma. Suurikaan asiantuntijamäärä ei usein löydä kaikkia käytettävyyssongelmia, joten heuristinen arviointi ei poista käytettävyydestä tarvetta. Erittäin hyvään lopputulokseen päästäkseen asiantuntijalla on oltava kokemusta käyttöliittymien arvioinnista, sillä Nielsen & Molich (1990) tutkimuksessa on osoitettu, että muiden kuin käytettävyyden ammattilaisten tekemässä heuristisessa arvioinnissa, löytyi vain 34 % todetuista käytettävyyssongelmista. Menetelmän heikkoudeksi voi sanoa myös, että kunnollisen lopputuloksen saamiseksi on käytettävä useampaa kuin yhtä arvioijaa. Lisäksi arvioijan voi olla vaikea erottaa turhat ongelmat vakavista käytettävyyssongelmista. (Nielsen 1993)

### 4.3 Johtopäätökset

Esiteltujen menetelmien pohjalta tähän työhön valittiin käytettäväksi erilaiset haastattelut, havainnointi sekä heuristinen arviointi. Kysely jätettiin pois sen vuoksi, että sitä tehdessä ei pääse suoraan kontaktiin loppukäyttäjien kanssa ja kyselyitä pitäisi lähettää paljon, että niistä saatava tieto olisi luotettavaa. Tämän työn puitteissa on kuitenkin epävarmaa, että vastaajia saataisiin tarpeeksi ja saatu tieto olisi tarpeeksi luotettavaa.

Haastattelutyypeistä hyödynnetään yksilö- ja ryhmähaastatteluita, jotka ovat puolistrukturoituja. Tämä sen vuoksi, että haastattelutilanteessa saattaa tulla esille uusia näkökulmia, joista halutaan tietää lisää. Haastatteluita tehdään myös havainnointihaastatteluin, jotta voidaan löytää käyttäjien piilotarpeita seuraamalla haastateltavia työssään.

Heuristinen arviointi on valittu tähän työhön siksi, että mahdollisesti Tampereen Logistiikalle hankittavasta tuotteesta saadaan kattava kokonaiskuva ja mikäli tuotteen ostoon päädytään, voidaan tuotteen käytettävyyttä pitää yhtenä hankintakriteerinä.

## 5 KÄYTTÄJÄTARVETUTKIMUS OPTIMOINNIN HYÖDYNTÄMISESTÄ KUNTAORGANISAATIOSSA

Käyttäjätietoa voidaan kerätä monilla eri menetelmillä, joita on esitelty luvussa 4 Käyttäjäkeskeinen suunnittelu. Tähän työhön sopii parhaiten erilaiset haastattelut (ryhmä- ja yksilöhaastattelut) sekä havainnointi. Havainnointimenetelmistä sopivin on havainnointihaastattelu, jossa havainnoitsija voi esittää tarkentavia kysymyksiä havainnoitavan toiminnoista. Näin tilanteesta saadaan suurin mahdollinen hyöty, mutta riskinä on, että havainnoinnin kohde häiriintyy, eikä suorita tehtävää luonnollisessa kontekstissa, eikä toimi luonnollisella tavalla. (Hyysalo 2006)

Kuten edellä on mainittu, haastattelu tullaan yhdistämään havainnointitilaisuuteen. Tämän lisäksi tehdään myös muita yksilöhaastatteluita, joita ei tehdä luonnollisessa käyttökoneksissa, vaan tavallisessa haastattelutilanteessa. Ryhmähaastattelut pidetään myös kontekstin ulkopuolella. Tämä siksi, että haastateltavien työnkuvan ja tässä työssä käytettävien resurssien puitteissa ei ollut mahdollista järjestää montaa havainnointitilaisuutta. Haastatteluiden tavoitteena on löytää käyttäjien tarpeita, niin tietoisia kuin piilotarpeitakin työn tekemisen optimointiin liittyen. Haastatteluissa oletetaan tulevan ilmi myös työn raportointiin liittyviä argumentteja ja tarpeita, mutta ne ovat tämän työn rajauksen takia jatkokehitysideoita.

Haastatteluissa oli haastateltavia jokaisesta tapaustutkimuksen kolmesta tapauksesta. Kaikkia heitä haastateltiin, jotta juuri heidän alaansa koskevat erityispiirteet ja myös tarpeet tulisivat esille. Haastattelut oli jaettu esimiesten ja työntekijöiden haastatteluihin, sillä heillä on työn tekemiseen erilainen näkökulma, kuten myös erilaiset tarpeet optimoinnin suhteen. Heidän näkökulmansa työntekoon ja optimointiin eroaa siinä mielessä, että esimiehet ovat lähtökohtaisesti kiinnostuneita työnteon tehostamisesta, kun työntekijät puolestaan osaavat kertoa, onko tehostaminen mahdollista ja kuinka se vaikuttaa työntekoon ja asiakaskontakteihin. Haastattelut olivat puolistrukturoituja, sillä haastatteluiden lomassa tuli joka kerta uusia asioita, joista haastateltavat halusivat puhua ja joita ei oltu mietitty kysymyksiä suunnitellessa.

Haastattelupohjat ovat liitteinä (Liite A, Liite B ja Liite C).

## 5.1 Esimiehet

Tässä luvussa on eritelty tapaustutkimusyritysten esimiesten haastatteluissa esille tulleita mielipiteitä ja tarpeita optimoinnille. Löydökset on kirjattu erikseen kustakin haastatteluryhmästä, eli samaan yritykseen kuuluvien henkilöiden haastatteluista.

Ensimmäisessä tapauksessa ryhmähaastattelussa olivat päivähoidon erityiskasvatuksen koordinaattori (nainen, ikäryhmä 40-60 v.) sekä ERHO -yksikön (Tampereen kaupungin erityistä hoitoa ja opetusta tarvitsevien lasten ja nuorten hoivayksikkö) koordinaattori (nainen, ikäryhmä 40-60 v.). Samassa tilaisuudessa oli läsnä Tampereen Logistiikan Kesäpäivä -projektissa työskentelevät kuusi henkilöä (kaksi miestä ja yksi nainen ikäryhmästä 20-30 v., yksi nainen ikäryhmästä 30-40 v. sekä yksi nainen ja yksi mies ikäryhmästä 40-60 v.).

### Tarpeet:

- Kustannustehokkaat kesäkuljetukset
- Tae lasten turvallisuudesta
- Aikataulut, joita voi realistisesti noudattaa (ja noudatetaan)
- Ajantasainen tieto lasten kuljetusajoista
- Lasten autossa oloaika on inhimillinen
- Toimiva yhteistyökalu kuskien, päivähoidon ja Logistiikan välillä
- Tyytyväiset vanhemmat
- Ajoissa toimitetut, toimivat reitit

Kesäpäivä -tapauksessa suurimmaksi ongelmaksi ja sitä myötä tarpeeksi nousi toimimaton tiedonkulku. Kaikki ongelmat, joita projektissa ilmeni, pystyi jollain tavalla kohdistamaan tiedonkulkuun. Sen lisäksi, että tiedonkulun toimivuuteen ja menetelmiin tulee kehittää ratkaisuja, on ensiarvoisen tärkeää, että tapauksen ensisijainen tavoite, eli reititys tulee tehtyä hyvin. On oleellista, että reitit ovat kustannustehokkuuden lisäksi mukavia sekä lapsille että heidän vanhemmilleen. Vanhemmat ovat tyytyväisiä kun heidän toiveitaan noudatetaan ja lapsi kulkee turvallisesti aikataulun mukaisesti päivästä toiseen.

Toisessa tapauksessa haastateltiin yksikön toimialapäällikköä (nainen, ikäryhmä 30-40 v.) sekä ATK-suunnittelijaa (nainen, ikäryhmä 40-60 v.). Tämän lisäksi haastattelussa oli mukana työntekijä, mutta häntä haastateltiin myös yksin ja siksi tulokset on esitetty seuraavassa luvussa.

**Tarpeet:**

- Tehokas reittisuunnittelutyökalu tai -palvelu
- Työajan käyttö ydinosaamiseen
- Yhteen toimivat tietojärjestelmät
- Asiakkaiden vaatimien aikaikkunoiden noudattaminen
- Asiakkailta saatujen tuotteiden vieminen optimaaliseen paikkaan ja sopivaan aikaan
- Täysin reaaliaikainen toimintamalli alkaen tuotetilauksista
- Mahdollisuus reaaliaikaisiin reittimuutoksiin
- Virheettömät tilaukset
- Ajoreitin kartta ja osoitelista
- Erikoisparkkiluvat

Yksikön jakelutoimintaa on tehty jo useamman vuoden ajan samalla konseptilla, joten se on kehittynyt hyvin pitkälti toimiviin uomiinsa. Toiminnassa on tietyt toimintatavat ja koska ne toimivat yrityksen toiminnassa moitteetta, ei ole nähty syytä lähteä niitä muuttamaan. Ongelmia kuitenkin on ja suurin niistä on reititykseen kuluva aika. Aikaa menee todella paljon ja toiminta on työlästä. Reitittäminen ei ole työntekijöiden ydinosaamista ja on resurssien tuhlaamista käyttää heidän työaikaansa paremmin insinöörielle sopivaan työhön. Reitittämiseen liittyy tiiviisti myös virheelliset tilaukset, joiden tarkastamiseen ja korjaamiseen menee huomattavan paljon aikaa.

Tulevaisuuden visiona haastatteluissa tuli ilmi täysin reaaliaikainen toimintamalli. Olisi kätevää, jos työntekijöihin voisi olla koko ajan yhteydessä ja seurata heidän etenemistään kartalla. Voisi muuttaa tilausten jakelua sen mukaan kuka on edellä tai jäljessä aikataulusta.

Kolmannessa tapauksessa haastateltiin Tampereen kaupungin kotihoidon kolmea eri esimiesasemassa olevaa henkilöä. Haastateltavana oli yhden kotihoidon lähipalvelualueen (Kaukajärvi) esimies (nainen, ikäryhmä 40-60 v.), kotihoidon palvelupäällikkö (nainen, ikäryhmä 40-60 v.) sekä avopalveluiden suunnittelupäällikkö (mies, ikäryhmä 40-60 v.).

**Tarpeet:**

- Eri tavoilla liikkuvien ihmisten pitäisi tehdä yhtä paljon tehokasta työtä
- Työrajoitteisten tasa-arvoinen huomioiminen
- Reititys, joka huomioi, etteivät kaikki kulje autolla
- Sosiaalitalan (tiimituvan) tehokas ja järkevä käyttäminen
- Erikoisparkkiluvat
- Sekä asiakkaiden että työntekijöiden turvallisuus
- Välitön työaika 4h 45 min
- Kotihoidon aluejaon uudelleenjärjestely



- Työkalu reaaliaikaisten muutosten suunnittelemiseen ja tiedottamiseen
- Työkalu kirjauksien helppoon tekemiseen ja seuraamiseen
- Työntekijöiden reaaliaikainen seuranta

Suurin ongelma alueella, optimoinnin näkökulmasta, on ehdottomasti yllättävät muutokset, joita tulee sekä työntekijöiden että asiakkaiden puolelta. Työn ollessa raskasta niin henkisesti kuin fyysisestikin, sairauspoissaoloja tulee valitettavan paljon. Yleensä ei ole päivääkään, jolloin joku ei olisi poissa. Poissaolot aiheuttavat muille työntekijöille lisäpainetta, sillä poissaolevalle suunnitellut asiakkaat tulee jakaa muiden hoitajien kesken. Tämä aiheuttaa kiirettä ja radikaaleja muutoksia, sillä monilla asiakkailla on tietty aika, jolloin heidän luonaan tulee käydä.

Toinen suuri, kuitenkin lähinnä tilastollinen ongelma alueella on liian pienet välittömän työn työtunnit. Hallinnosta on tullut määräys, että jokaisen hoitajan tulisi tehdä välitöntä hoitotyötä 4 tuntia ja 45 minuuttia päivässä. Haastattelussa tuli ilmi, että hoitotyön tunnit ovat liian pienet, mutta toisaalta, tällä alueella arvostetaan enemmän hyvin, huolellisesti ja rauhallisesti tehtyä asiakastyötä kuin kilpajuoksua asiakkaalta toiselle. Ei ole asiakkaan edun mukaista, että asiakkaan luona kiirehditään ja luodaan ilmapiiriä, että on kiire seuraavan asiakkaan luokse.

## 5.2 Työntekijät

Tässä luvussa on yhteenveto operatiivista työtä tekevien henkilöiden haastatteluissa ilmenneistä tarpeista työnteon parantamisen ja optimoinnin suhteen. Suurimmassa osassa haastatteluista paikalla ei ollut esimiehiä vaan ainoastaan eri määrä työntekijöitä.

Ensimmäisessä tapauksessa haastateltiin kahden tamperelaisen erityiskoulun (Liisanpuiston koulu ja Saukonpuiston koulu) kolmea työntekijää. Kaksi hoitajista (naisia, ikäryhmä 30-40 v.) työskenteli Liisanpuiston koululla koulunkäyntiavustajina ja iltapäiväkerhon vetäjinä ja Saukonpuiston koululla haastateltiin koulusihteeriä (nainen, ikäryhmä 40-60 v.). Haastattelut tehtiin työntekijöiden työn ohessa luonnollisessa kontekstissa. Samat työntekijät työskentelevät kesäaikaan päivähoitossa.

### Tarpeet:

- Kuljettajilla kuten myös päiväkodin työntekijöillä olisi ajankohtaiset reitit ja kuljetuslistat tiedossa
- Sauman tiedonkulku eri osapuolten välillä
- Aikataulun paikkansapitävyys, jotta voi suunnitella muita työtehtäviä lasten tuloon ja lähdön lisäksi
- Lapset huomioidaan ja eikä heitä jätetä yksin

Päivähoidon työntekijöille tärkeintä on lasten turvallisuus. Lasta ei saa missään tapauksessa jättää yksin kuljetusten yhteydessä, mikäli niin ei ole erityisesti mainittu. Toinen merkittävä asia on se, että lapsia pitäisi tulla hakemaan ilmoitettuna ajankohtana, jotteivät sekä hoitajat että lapset joutuisi odottamaan hermostuneesti ulkona, milloin auto mahdollisesti tulee. On myös hoitohenkilökunnan resurssien tuhlaamista, kun yksi hoitajista odottaa ulkona yhden lapsen kanssa kuljetusta, vaikka sisällä olisi kymmeniä lapsia hoidettavana. Tähän liittyy hyvin läheisesti tiedonkulku, jonka tulisi olla ensiluokkaista. Eri osapuolten tulisi olla koko ajan tietoisia tulleista muutoksista, sillä mikäli yksikin taho jää ilman annettua informaatiota, sotkee se mahdollisesti koko kuljetuskuvion eikä voida enää olla varmoja siitä, missä lapsi on ja pääseekö hän turvallisesti perille.

Toisessa tapauksessa oli haastateltavana yksi työntekijä, joka toimi yrityksen jakelutoiminnassa. Haastateltava oli ikäryhmään 30-40 v. kuuluva nainen. Haastattelu pidettiin paikassa, jossa työntekijä suunnittelee seuraavan päivän reitityksen, eli ei aivan täysin luonnollisessa kontekstissa, jossa hän tekee päätoimista työtään.

#### **Tarpeet:**

- Reitit suoraan auton navigaattoriin
- Uusille työntekijöille kartta kohteista
- Tarkka tieto siitä, mihin pitää ajaa, jotta pääsee helposti asuntoon sisään
- Erikoisparkkiluvat
- Tehokas reitinsuunnittelutyökalu

Työntekijöiden toiveet ovat hyvin samanlaisia kuin esimiestenkin. He ovat tiiviisti yhteistyössä ja kertoivat siksi samantyyllisiä asioita. Operatiivista työtä tekevät, varsinkin kokemattomammat työntekijät, käyttävät kulkiessaan autonavigaattoria ja heidän työnsä helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi olisi tärkeää, että optimoidut reitit saisi suoraan navigaattoriin. On hyvin aikaa vievää kirjoittaa jokaisen asiakaskäynnin jälkeen uusi osoite laitteeseen ja odottaa, että navigaattori laskee parhaimman reitin seuraavaan kohteeseen.

Toinen tarve liittyy selkeästi ajoneuvon pysäköimiseen. Olisi kätevää, jos auton saisi jättää rapun eteen toimituksen ajaksi, mutta käytännössä se on mahdotonta, sillä silloin talojen pihat olisivat täynnä eri yritysten ajoneuvoja. Asiakaskäyntiä nopeuttaisi myös se, että työntekijä tietäisi tarkkaan mille puolelle katua tai taloa ajoneuvo kannattaisi pysäköidä. Katujen ylittäminen tai oikean oven etsiminen voi viedä pitkänkin ajan, erityisesti uudelta työntekijältä.

Kolmannessa tapauksessa haastateltiin kahta kotihoidon työntekijää, joista toinen oli ikäryhmään 30-40 v. kuuluva nainen ja toinen oli nainen ikäryhmästä 40-60 v. Haastat-

telu pidettiin työntekijöiden sosiaalityössä, kuitenkin muiden työntekijöiden ulottumattomissa.

#### **Tarpeet:**

- Asiakkaan luona on tarpeeksi aikaa käytettäväksi ja asiakaskontaktiin saa paneutua rauhassa, ilman kiirettä
- Aamun kiireistä (erityisesti viikonloppuaamun) työsumaa voisi purkaa jotenkin
- Asiakaskäyntien reaaliaikaiseen kirjaamiseen jokin muu tapa kuin painavan tietokoneen mukana kantaminen
- Jokin automaattinen keino asiakaskäyntien (hoitoaikojen) tilastointiin
- Iltavuoroihin järkevämpää reititystä
- Lisää kunnan autoja käyttöön
- Kotihoitotyössä kokeneen reittisuunnittelijan suunnittelemat reitit, jos nykyisiin tehdään muutoksia
- Tarkka optimoitu reitti, jota vain seurata
- Palvelu- ja hoitosuunnitelman tarkastaminen useammin, sillä hoitoajat venyvät usein
- Raskaiden työtehtävien tasainen jakaantuminen hoitajien välillä
- Työn fyysisistä raskautta (painavan repun kantaminen) keventävät apuvälineet
- Kimppakyytien hyödyntäminen jo reitinsuunnittelun tasolla

Työntekijöiden haastatteluissa tuli esille hyvin erilaisia näkökulmia, joita olisi voinut odottaa esimiesten haastatteluiden perusteella. Tärkeintä hoitajille on, että asiakaskäyntiin varataan riittävästi aikaa ja asiakasta saa hoitaa ilman kiirettä tai että asiakkaalle välittyisin epämiellyttävä kiireen tunne. Toinen esille noussut asia oli, että jos kunnalla olisi käytössä enemmän autoja, voisi asiakkaita palvella paremmin heidän toivomiensa aikaikkunoiden puitteissa. Silloin ehdittiin paremmin paikasta toiseen ja siirtymiseen ei kuluisi paljon aikaa, jolloin olisi monta asiakasta hoidettavana.

Haastateltujen hoitajien asenne uutta teknologiaa ja uusia ratkaisuja kohtaan oli erittäin hyvä. Lähes poikkeuksetta he sanoivat, että kyllä tuota voisi kokeilla ja kuulostaa hyvältä idealta. Täysin uusi konsepti kuljettajasta, joka kuljettaisi hoitajia kohteiden välillä, tyrmättiin kuitenkin täysin, sillä asiakkaiden luona voi kulua huomattavasti enemmän aikaa kun on suunniteltu ja silloin valmiiksi reititetyn kuljettajan aikataulu sotkeentuisi täysin. He kuitenkin myöntivät sen verran, että mikäli kuljettajan aikataulutus onnistuisi siitä huolimatta, että hoitajat eivät voi sanoa milloin ovat valmiita asiakkaan kanssa, niin heidän mielestään idea olisi kokeilemisen arvoinen.

### **5.3 Yhteenveto**

Haastatteluissa tuli ilmi paljon erilaisia tarpeita, joita voitaisiin ratkaista optimoinnin avulla. Aiemmissa luvuissa kuvatut tarpeet on poimittu haastatteluiden pohjalta ja ne on

jaoteltu tapauksen mukaan ja vielä erikseen esimiesten ja työntekijöiden tarpeisiin. Käyttäjien tarpeet ovat hyvin toimialakohtaisia, mutta yhteisiäkin piirteitä löytyi. Kaikissa tapauksissa oli tärkeää, että reittisuunnittelu on tehokasta ja sillä saavutettaisiin kustannustehokkaita reittejä. Tähän läheisesti liittyvä tarve on luonnollisesti, että optimoinnin avulla saataisiin aikatauluja, joihin voisi luottaa ja joita voisi huoletta antaa ihmisille, joiden elämään toimijoiden tekemä työ vaikuttaa. Tällä hetkellä on vaikeaa sanoa tarkasti, milloin lapsia kuljetetaan tai milloin tuotetta/palvelua ollaan viemässä asiakkaan luokse. Tästä johtuu kolmas tärkeä tarve, nimittäin hyvä asiakaspalvelu. Se on työnteossa perusasioita, mutta jonka hyvyyteen voi optimoinnilla vaikuttaa.

## 6 ARCLOGISTICS OHJELMAN HEURISTINEN ARVIOINTI

Tässä työssä on tehty heuristinen arviointi ESRI Finlandin ArcLogistics –ohjelmistosta. Tuote on esitelty aiemmin aliluvussa 3.4.2. Arviointiin on valittu tämä ohjelmisto, sillä se saatiin kokonaisuudessaan käyttöön omalle tietokoneelle tämän työn puitteissa. Arviointi tehtiin, jotta mahdollista ohjelmiston ostopäätöstä tehdessä voitaisiin perustaa valinta sekä käytettävyydelle että ohjelman tuntemiselle. Arviointi on tehty Jakob Nielsenin kymmenen heuristiikan pohjalta. Tuotteen käyttöliittymää on tarkasteltu ikkuna kerrallaan, joskin ensimmäinen ikkuna (Kuva 6.1) on käsitelty laajana kokonaisuutena, johon liittyy myös muita osia kuin vain perusikkuna. Jokainen ikkuna on käyty läpi heuristiikka kerrallaan ja sekä positiiviset että negatiiviset huomiot on kirjattu ylös. Jokainen löydös on arvioitu vakavuuden mukaan ja lopuksi vakavuuksia on verrattu toisiinsa, jotta kokonaisuus tulee arvioitu samoilla kriteereillä.

### 6.1 Heuristiikat

Tässä työssä asiantuntija-arvioinnissa käytetään Jakob Nielsenin kymmenen heuristiikan listaa. (Nielsen 1994)

1. Järjestelmän tilan näkyvyys
2. Järjestelmän ja todellisuuden vastaavuus
3. Käyttäjän kontrolli ja vapaus
4. Yhteneväisyys ja standardit
5. Virheiden estäminen
6. Tunnistaminen mieluummin kuin muistaminen
7. Käytön joustavuus ja tehokkuus
8. Esteettinen ja minimalistinen design
9. Virhetilanteiden tunnistaminen, ilmoittaminen ja korjaaminen
10. Opastus ja ohjeistus

Löydetyt käytettävyysongelmat jaotellaan niiden vakavuuden perusteella taulukon 6.1 mukaisesti. Vakavuusluokitus perustuu seuraavaan: (Nielsen 2005)

- Esiintymistiheys: kuinka usein potentiaaliseen ongelmatilanteeseen törmää? (usein/harvoin)
- Vaikutukset: onko ongelmatilanteesta helppo vai vaikea selvittää? (vaikea/helppo)

- Toistuvuus: Onko ongelma helposti ohitettavissa, kun sen on kerran tunnistanut, vai vaivaako se jatkuvasti? (toistuva/ohitettava)
- Markkinavaikutukset: tekeekö virhe tuotteesta markkinoilla merkittävästi huomomman tai jopa käyttökeltvottoman? (merkittävästi heikompi/ei vaikutusta)

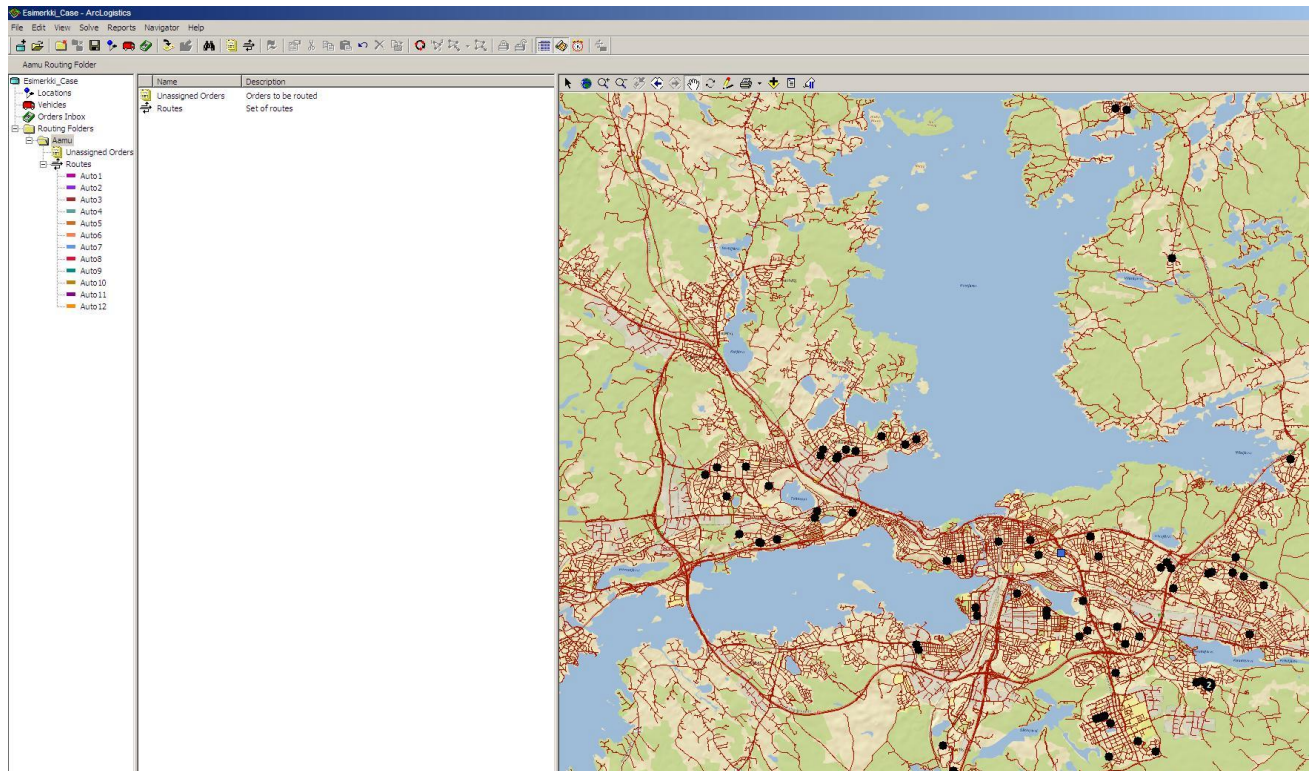
**Taulukko 6.1 Heuristisen evaluoinnin löytöjen vakavuus.**

Vakavuus	Selite
4	Hyvin vakava virhe, joka estää tuotteen käytön. Pakko korjata ennen tuotteen julkistamista.
3	Vakava virhe, joka haittaa käyttöä huomattavasti. Korjaaminen tärkeää.
2	Pieni virhe, joka ei haittaa aktiivista käyttöä. Korjataan, jos mahdollista.
1	Kosmeettinen virhe, joka ei haittaa käyttöä. Korjataan, jos on ylimääräistä aikaa.
+	Hyvä ratkaisu. Ei muutoksia.

Taulukkoon on lisätty vakavuudeksi ”+”, sillä suunnittelijoiden on hyvä saada positiivista palautetta tekemistään hyvistä ratkaisuksista, jotta he eivät poista niitä korjatessaan jotain käytettävyysongelmaa.

## 6.2 Heuristinen arviointi

Heuristinen arviointi aloitetaan käyttöliittymän perusnäkymästä (Kuva 6.1). Vasemmalla on valikko, josta voi valita projektiin määritellyt sijainnit, ajoneuvot sekä tehdyt reitit. Keskellä on nähtävissä tilaukset ja reitit, jonka avulla itse optimointi tehdään. Oikeassa reunassa on karttanäkymä.



Kuva 6.1 Käyttöliittymän perusnäkymä.

Taulukko 6.2 Käyttöliittymän perusnäkymän heuristinen arviointi.

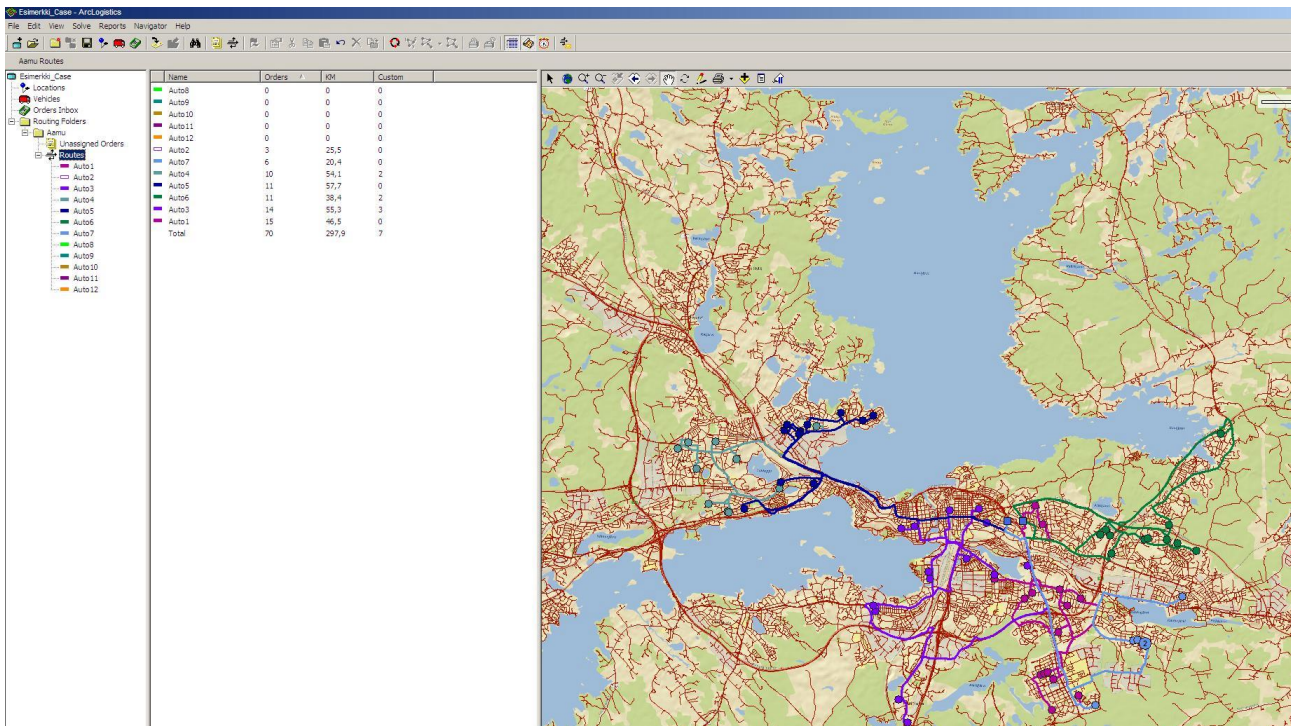
Heuristiikka	Vakavuus	Havainto
H2, H8	+	Kartta vastaa todellista maailmaa.
	+	Toiminnan pysäyttämiseen on painike, jossa lukee punaisella Stop ja siinä on rastin kuva.
H2	+	Desimaalipilkku pisteen sijasta.
H1	+	Järjestelmän tila on näkyvissä, kun jotain tapahtuu (latautuu).
H10	+	Painikkeissa on vihjetekstit (ToolTip).
H10	+	Help –valikko on koko ajan näkyvillä.
H10	+	Help on todella helppokäyttöinen ja kattava.
H8	+	Käyttäjä saa itse valita mitä näkymiä näytöllä on.
H1, H7	3	Kartat latautuvat hitaasti ja silloin ei tiedä, onko järjestelmä jumissa vai ei.
H6	3	Kuvakkeet ovat epäselviä ja ei-kuvaavia.
H3	3	Lokaattoria ei voi vaihtaa lennosta.

H3	3	Peruutettua tapahtumaa (esim. tilauksen poistaminen reitistä) ei voi tehdä uudelleen redo-toiminnolla.
H1, H3, H4, H6, H7	3	Kun tekee muutoksia kopioituun autoon, niin Save nappi ei aktivoidu, mutta kun painaa Close, niin ohjelma kysyy, haluanko tallentaa muutokset.
H2	2	Ikonit eivät vastaa todellisen maailman kuvia.
H1	2	Latausta osoittava maapallosymboli ei ole näkyvä. Kun tietää, mistä sitä etsiä, niin tarkoitus on hyvä.
H2	2	Käyttöliittymä on englanninkielinen.
H1	2	Joskus ladatessa edistymispalkin (progress bar) ilmestyminen kestään niin kauan, että luulee, että ohjelma on jumiutunut.
H7	2	Jotkut pikakomennot epäloogisia: Ctrl+N = New Routing Folder, ei New Project.
H6	2	Ohjelman yläpalkissa lukee avoinna olevan tiedoston nimi (esim. Kesäpäivä2011), mutta tehtäväpalkissa lukee Untitled. Tämä ilmenee ajoittain.
H8	1	Näyttö on täysi, kun kaikki ruudut ovat auki.

Taulukossa 6.2 on listattu päänäkömäästä tehdyt havainnot. Käyttöliittymässä on mahdollista valita edellisessä tekstikappaleessa mainituista osista ne, jotka haluaa pitää näkyvillä. Edellä mainittujen lisäksi on valittavissa aikajana, jossa näkee eri reittien (sekä ajon että taukojen) sijoittumisen vuorokauden aikoihin. Lokaattori tarkoittaa ohjelman ominaisuutta paikantaa osoitteet. On mahdollista valita, tehdäänkö tunnistus osoitteen ja kaupungin vai osoitteen ja postinumeron perusteella. Valinta käytettävästä lokaattorista tehdään projektin luomisen yhteydessä, eikä sitä voi myöhemmin vaihtaa.

Kuvassa 6.2 on käyttöliittymän perusnäkömä siinä vaiheessa, kun reitit on tehtynä. Kuva ei poikkea oleellisesti ohjelman päänäkömäästä, mutta on valittu omaksi kuvaksi, koska reittien tekemiseen kuuluu ohjelman kannalta oleellisia arvioitavia asioita.





Kuva 6.2 Käyttöliittymäkuva, kun reitit on tehtynä.

Taulukko 6.3 Reittikuvauksien heuristinen arviointi.

Heuristiikka	Vakavuus	Havainto
H5	+	Painikkeet, joita ei voi painaa, on harmaana eli poissa käytöstä.
H1	3	Reitit on värikoodattu eri väreillä, jotka käyttäjä saa itse valita. Kun käyttäjä valitsee jonkun reitin, niin se muuttuu turkoosiksi. Jos käyttäjä on valinnut jollekin reitille väriksi turkoosin, niin valitun reitin tunnistaminen on mahdollonta.
H1	3	Kun tekee reittiin muutoksen, niin järjestelmä ei kerro, tuliko muutos tehtyä vai ei. (Esim. tilauksen uudelleen reitittäminen)
H7	3	Monen reitin valitseminen hiirellä raahaamalla ei onnistu.
H8	2	Kartta on epäselvä ja tarpeeksi loitonnettuna pelkkää värimössöä.
H3	1	Näyttää ja tuntuu, että reittiä (palkkia) voisi siirtää raahaamalla, mutta mitään ei tapahdu. Hiirisanomat antavat ymmärtää, että siirtäminen onnistuu.
H9	1	Kun haluaa purkaa yhden tilauksen reitiltä, niin ohjelma ei varmista, että haluaako käyttäjä varmasti tehdä ko. toimenpiteen.

Reittien muodostus sujui ilman suurempia ongelmia ja epäselvyyksiä. Suurin ongelma liittyi kuitenkin tilausten uudelleenreitittämiseen. Kun käyttäjä haluaa reitittää jonkun tilauksen uudelleen, hän ei saa mitään ilmoitusta siitä, onnistuiko reititys ja mihin reittiin tilaus siirrettiin. Kun projektissa on paljon tilauksia ja reittejäkin on paljon, on tämä suuri ongelma. Onneksi ohjelmassa kuitenkin toimii etsi-toiminto, jolla reititetyn tilauksen voi etsiä. Olisi kuitenkin hyvä, että käyttäjälle näytettäisiin esimerkiksi ponnahdusikkunalla, että tilaus reititettiin reittiin numero X.

Kuvassa 6.3 on ajoneuvon määrittelyikkuna. Ikkuna on ohjelman käyttämisen kannalta hyvin oleellinen, sillä usein projekteissa ajoneuvot kuvataan todellisen kapasiteetin mukaisesti ja niiden tarkka määrittely on tärkeää. Kuvaan on valittu ikkunan kolmas välilehti, jossa määritellään ajoneuvon ajoaikoja sekä lähtö- ja määräpaikkoja. Välilehti on ikkunan informatiivisin ja myös monesti käytännön kannalta rajoittavin.

Kuva 6.3 Ajoneuvon määrittelyikkuna, kolmas välilehti.

Taulukko 6.4 Ajoneuvoikkunan heuristinen arviointi.

Heuristiikka	Vakavuus	Havainto
H7	+	Tabulaattorilla liikkuminen on toimivaa ja totutun mukaista.
H3	3	Autoihin ei voi määritellä erilaisia (erikoisia) hinnoitteluperusteita.
H2, H3	3	Auton nopeutta ei voi määritellä ajoneuvokohtaisesti.
H2, H3, H7	3	Autoille ei voi määritellä tarkkaa aikaa, jolloin se on käytössä. Voi laittaa aikaisimman ja myöhäisimmän aloitusajan, mutta ei lopetusaikaa.

H3	2	Reitityn auton nimeä ei voi muuttaa jälkikäteen.
H3	2	Sama auto ei voi olla kahdesti ajoneuvolistassa, mutta autoihin ei voi myöskään määrittellä montaa eri aikaikkunaa, jolloin se on käytössä.
H2	2	Auton liikkumisessa ei ole huomioitu muuta liikennettä, liikennevaloja tai auton käynnistämiseen/pysäköimiseen kuluva aikaa.
H6	2	Auton lisäämisessä Day 2:n merkitys ei ole selkeä.

Suurimpia ongelmia ajoneuvon määrittelyssä oli auton hinnoitteluun ja nopeuteen liittyvien parametrien puutteet. Autoja ei voinut hinnoitella sillä tavalla, kun Tampereen kaupungilla hinnoitellaan, sillä ohjelmassa pystyy vaikuttamaan vain auton tuntihintaan, urakkahintaan ja ylityön hintaan. Olemassa oleva hinnoittelu on paljon monimutkaisempaa ja vaatisi useampia parametreja. Tapauksen kolme tekeminen osoittautui melkein mahdottomaksi, koska ajoneuvoille ei voi määrittellä nopeutta. Ajoneuvot ajavat tieverkoston mukaista nopeutta tietyn hidastuksin. Tämän työn puitteissa olisi ollut tärkeää saada mallintaa myös kävely- ja pyöräilyn nopeuksia. Nopeuteen voi kuitenkin vaikuttaa välillisesti määrittämällä matkan, jonka ajoneuvo saa kulkea päivän aikana sekä ajan, jonka ajoneuvo saa olla liikenteessä.

Ongelmia aiheutti myös rajallinen mahdollisuus vaikuttaa ajoneuvon ajossaoloaikaan. Ohjelmassa voi määrittellä aikaisimman ja myöhäisimmän aloitusajan, mutta ei aikaväliä, jolloin ajoneuvo olisi käytössä.

**Taulukko 6.5 Muita huomioita ohjelmistosta.**

Heuristiikka	Vakavuus	Havainto
H5	2	Tekstilaatikoissa ei ole numerovalidaattoreita. Käyttäjä voi kirjoittaa aivan päättömiä lukuja.
H9	1	Virheitä on hyvin vaikea tehdä, mutta kun tekee virheen, niin virheilmoituksessa kerrotaan, miten asia ei voi olla. Ei suoria ohjeita virheestä selviämiseen.
H2, H3, H7	2	Paikan nimeä (tai muita ominaisuuksia) ei voi vaihtaa jälkikäteen, jos paikka on jo käytössä.
H3, H7, H10	4	Zoneja ei pysty lisäämään reiteille, eli niitä ei pysty käyttämään.

Muita huomioita ohjelmasta oli, että virheitä on vaikea tehdä, mutta jos päätyy virhetilaan, ei virheilmoituksessa ohjeisteta virheestä toipumiseen tai sen korjaamiseen. Tästä osiosta löytyi ohjelman toiminnan kannalta ainoa hyvin vakava virhe: alueet –toiminto ei toiminut ollenkaan. Virhe saattoi johtua käytetystä karttapohjasta, mutta sitä ei saatu selvitettyä tämän työn tekemisen aikana. Alueiden käyttäminen ei ole optimoinnissa pakollista, mutta sen avulla voidaan tehdä työtä helpottavia valintoja, joten olisi ensiarvoisen tärkeää, että toiminto olisi käytettävissä.

### 6.3 Yhteenveto

Pääosin ArcLogistics toimii hyvin ja se on käytettävyydeltään hyvä. Tarkastelluista osioista löytyi paljon ominaisuuksia, joita ei saa missään tapauksessa poistaa ja jotka tekevät käyttökokemuksesta mukavan.

Pieniä virheitä löytyi melko paljon, mutta ne ovat usein vain kosmeettisia ja mahdollisesti jopa henkilökohtaisiin mieltymyksiin liittyviä. Ne ovat yleisimpien käytettävyyseriaatteiden vastaisia, mutta jossain päin maailmaa ihmiset voivat olla tottuneita käyttämään niitä. Ohjelmassa ei ole varauduttu käyttäjiin, jotka toimisivat tuotteen kanssa vain satunnaisesti vaan ohjelman käytössä oletetaan, että tuntuu toimintoja, joita käyttää. Tämä näkyy mm. varmistusten, että haluatko varmasti tehdä näin, puutteesta.

Ainoa suuri virhe liittyy ohjelman alueet –toimintoon, jota ei tämän työn puitteissa saatu toimimaan ollenkaan. Toiminto ei ole optimoinnin kannalta pakollinen, mutta sen avulla voitaisiin tehdä optimoinnista helpompaa. Isoissa projekteissa, jossa tilaukset ovat jakautuneet tietyllä tavalla optimoidulle alueelle, voisi alueiden käytöstä olla suunnatonta apua.

## 7 TAPAUSTUTKIMUS OPTIMOINNIN SOVELTUVUUDESTA KUNNALLISSEKTORILLE

Tässä työssä on tutkittu kolmen erilaisen tapaustutkimuksen avulla optimointiohjelman soveltuvuutta kunnalliseen toimintaympäristöön. Tutkimuksen kohteet löydettiin yhdessä Tampereen Logistiikan kanssa. Ensimmäinen tapaus on Kesäpäivä –pilotti, jossa tutkittiin ArcLogisticsin soveltuvuutta ryhmäkuljetusten suunnitteluun. Tarvittava materiaali saatiin suoraan tilaajalta, jonka jälkeen sitä työstiin tarvittavaan muotoon. Optimointiohjelman avulla suunniteltiin kuljetettavien reitit ja tapauksen onnistumista on voitu seurata kesän 2011 aikana, kun suunniteltuja reittejä on ajettu käytännössä. Toinen tapaus on pirkanmaalainen yksikkö, jonka yksi toimiala on tuotteiden toimittaminen asiakkaille kotiin. Tapauksessa tutkittiin optimoinnin soveltuvuutta liikkuvan henkilöstön työpäivän ja reitityksen suunnitteluun. Tässäkin tapauksessa materiaali saatiin suoraan asiakkaalta, mutta datan muokkaaminen optimointiohjelmalla sopivaan muotoon vaati huomattavan määrän työtä. Tämän tapauksen tavoitteena oli löytää optimoinnin mahdollistamia kustannussäästöjä ja tehdä laskelmia optimoinnin kannattavuudesta. Kolmas tapaus liittyi asiakkaiden palvelujärjestyksen optimointiin ja työntekijöiden välittömän työajan kasvattamiseen. Esimerkkinä oli Tampereen kaupungin Kaukajärven alueen kotihoito. Kotihoidolta saatiin tarvittavat tiedot sekä työntekijöistä että asiakkaisista, mutta kuten edellisessäkin tapauksessa, materiaalia joutui muokkaamaan hyvin paljon, ennen kuin se oli valmista syötettäväksi optimointiohjelmalla. Tämän tapauksen tavoitteena oli selvittää ArcLogisticsin soveltuvuutta työntekijöiden välittömän työajan kasvattamiseksi sekä työntekijöiden työtaakan tasaiseen jakamiseen.

Käytännössä tapausten kanssa työskentely oli erityisen paljon lähtötietojen muokkaamista ja oikeaan muotoon muuttamista. Hyvin paljon joutui syöttämään tietoja käsin taulukkolaskentaohjelmaan. Kun lähtötiedot olivat kunnossa, alkoi ohjelman käyttäminen. Ohjelman käyttö aloitettiin täysin ilman ennakkotietoja, ohjekirjan avulla. Käytön opetteluun meni paljon aikaa ja vielä työn loppuvaiheessa ohjelmasta löytyi ominaisuuksia, joita olisi kannattanut hyödyntää jo alkuvaiheessa. Ohjelmalla optimoitiin lähtötietoja ja saatiin hyviä tuloksia. Tuloksia on testattu käytännössä sekä esitelty niin tapaustutkimuksessa mukana olleiden organisaation johdolle kuin myös työntekijöille.

Tapausten peruslähtökohtana on ollut käyttäjäkesisyys. On tutkittu niin ohjelmiston käytettävyyttä kuin loppukäyttäjien asenteita optimointia kohtaan. Optimointeja tehdessä on huomioitu koko ajan, että lopputulos tulee olla ihmisten, operatiivista työtä tekevien työntekijöiden mielestä mahdollista toteuttaa käytännössä. Ei ole kenenkään edun

mukaista, että ohjelma laskee käytännössä mahdottomia tuloksia, joita ei voida hyödyntää käytännön työssä. Tämän lisäksi tapausten tuloksia on arvioitu niiden liiketoimintapotentiaalin perusteella.

## **7.1 Ryhmäkuljetukset – Kesäpäivä pilotti**

### **7.1.1 Esittely**

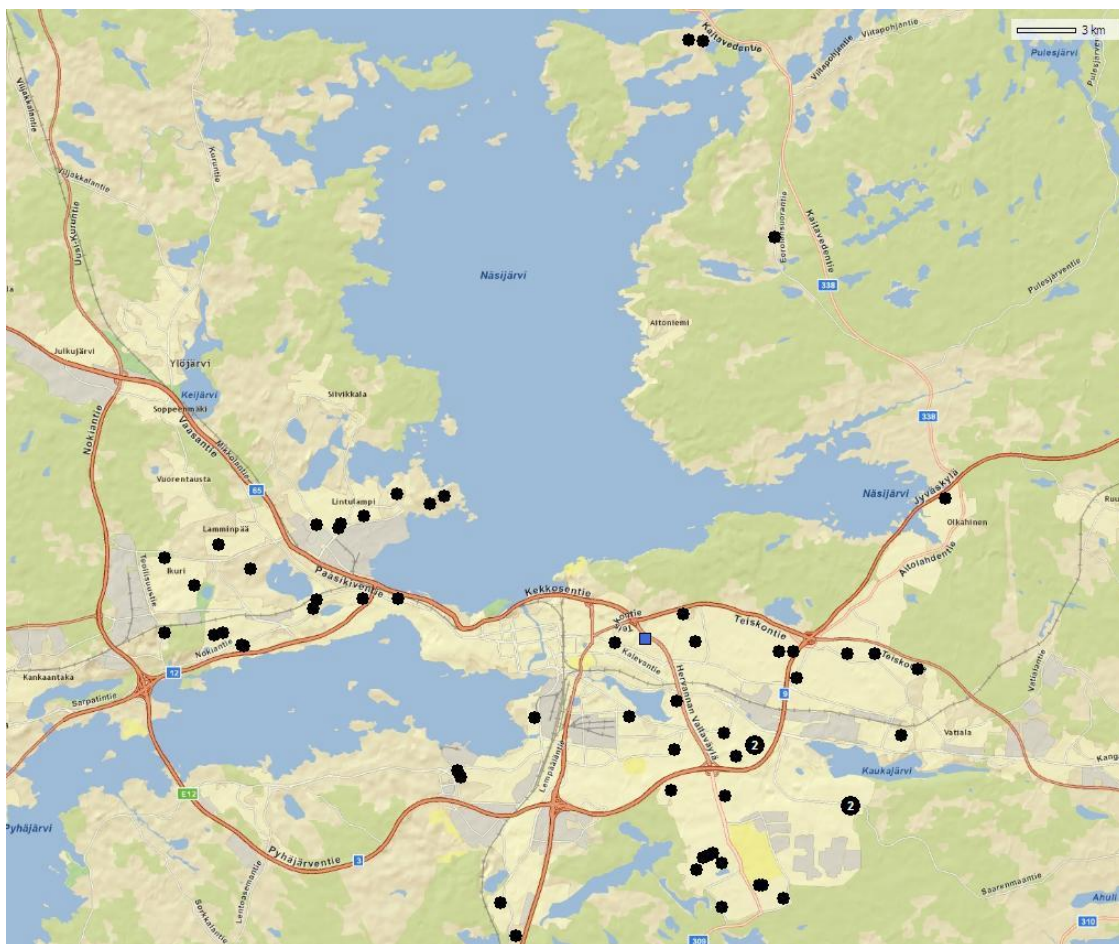
Kesäpäivä on Tampereen kaupungin päivähoidon ja Tampereen Logistiikan yhteinen pilottihanke, jonka tarkoituksena on kehittää erityisoppilaiden kesäaikaisen päivähoidon kuljetuksia. Pilotti pohjautuu henkilöliikenteen selvittämistyöryhmässä (HENKSELI) esiin nousseisiin ongelma-kohtiin. Oppilaat ovat erityisoppilaita, mikä tarkoittaa, että heillä on jokin sairaus, vamma, kehityshäiriö tai tunne-elämän häiriö, jonka vuoksi he eivät pysty matkustamaan julkisen liikenteen kulkuneuvoilla. Osa tarvitsee liikkueessaan kulkemisen apuvälineitä, kuten pyörätuolia.

Aikaisempina vuosina kuljetukset on pääasiassa järjestetty taksein. Valtaosa oppilaista on kulkenut omilla takseillaan. Koska nämä kuljetukset eivät ole lakisääteisiä, niiden järjestämisessä kunta voi soveltaa omia käytäntöjään. Tampereella tätä mahdollisuutta ei ole toistaiseksi hyödynnetty tarpeeksi.

Pyrkimyksenä on järjestää oppilaille ovelta-ovelle kuljetus päivähoitoon vanhempien toivomana ajankohtana sekä aamu- että iltapäivisin. Päivähoito järjestetään Kalevan kaupunginosassa Kalevanpuiston koululla osoitteessa Lemminkäisenkatu 14. Päivähoito on auki arkisin 7-17 koko kesän ajan (1.6. – 9.8.2011). Päivähoitohenkilökunnan lisäksi hankkeessa ovat tiiviisti mukana koulunkäyntiavustajat, jotka ovat oppilaiden tukena ja apuna autoissa.

Kuljetettavia oppilaita on 80 ja he kaikki asuvat Tampereen alueella kartan (Kuva 7.1) mukaisesti. Kaikki eivät ole kuljetuksessa koko kesää vaan keskimäärin viiden viikon ajan ja osaa kuljettavat ajoittain vanhemmat itse. Heinäkuun kaksi viimeistä viikkoa ovat hiljaisimmat ajat, jolloin kuljetuksissa on vain alle 20 % kuljetettavista. Aamukuljetuksia on toivottu klo 6:30–9:30 välisenä aikana ja iltapäiväkuljetuksia puolestaan 14:30–17:30. Tämä tarkoittaa, että kuljetukset ovat hyvin epästabiileita ja kuljetustarpeet vaihtelevat jopa päivittäin. Kuljetuskalusto koostuu palveluliikenteessä olevasta kalustosta eli yhdeksästä pikkubussista sekä tarpeen mukaan Tampereen aluetaksin autoista.





**Kuva 7.1 Kesäpäivä pilotin oppilaiden (musta ympyrä) sekä päivähoitopaikan (sininen neliö) sijainti kartalla.**

Kuljetuksia suunnitellaan siten, että oppilaalla on aikaikkuna, jonka puitteissa hänet noudetaan kotoa. Aikaikkuna on puoli tuntia, joutaen vanhempien pyytämästä ajasta aamuisin puoli tuntia taaksepäin ja iltapäivällä puolestaan puoli tuntia eteenpäin. Reittityksessä pyritään siihen, ettei oppilas joutuisi istumaan autossa kerrallaan puolta tuntia kauempaa. Iltapäiväkuljetukset porrastetaan lähtemään tasatunnein.

### 7.1.2 Tavoitteet

Pilotin päätavoitteena on pienentää kuljetuksista aiheutuvia kustannuksia yhdistämällä oppilaita samoihin autoihin sekä käyttämällä isompia joukkoliikenneautoja pikkutaksien sijaan. Tampereen Logistiikalla on sopimuksia kuljetusyrittäjien kanssa ja siksikin on järkevää käyttää näitä autoja ennemmin kuin aluetaksin autoja. Kustannussäästöjen lisäksi tavoitteena on tyytyväiset asiakkaat. Nyt lasten vanhemmat ovat saaneet toivoa kuljetusaikoja hyvinkin täsmällisesti ja mikäli niitä pystytään noudattamaan kustannustehokkaasti varatun kapasiteetin puitteissa, on tavoite saavutettu.

Toisena tavoitteena on valmistella ja kokeilla ryhmäkuljetuksiin rakennettavaa uutta toimintamallia. Tampereen Logistiikka suunnittelee toimintansa vahvistamiseksi tällaista mallia ja tämä Kesäpäivä -tapaus vastaa tulevia toimeksiantoja tyyliään, mutta on

volyymitaan pienempi. Kuljetukset suunniteltiin nyt ensimmäistä kertaa monen henkilön yhteistyönä, hyödyntäen tietokoneohjelmaa, jossa on graafinen karttakäyttöliittymä.

Kolmantena tavoitteena on testata optimointiohjelmien soveltuvuutta Tampereen Logistiikan järjestämien ryhmäkuljetusten suunnitteluun.

### 7.1.3 Tulokset

Kesäpäivä tapauksessa saatiin erittäin hyviä ja tulevaisuuden kannalta hyödynnettäviä tuloksia. Tuloksia on käsitelty Tampereen Logistiikan Kesäpäivään liittyvien henkilöiden kanssa ja niiden pohjalta on tehty toimintaehdotuksia.

ArcLogistics todettiin lopulta käyttökelpoiseksi suunnittelutyökaluksi ryhmäkuljetusten suunnitteluun. Erittäin hyvänä pidettiin graafista käyttöliittymää, jonka avulla tilaukset saatiin mallinnettua kartalle ja niistä pystyi hahmottamaan kuljetuksiin sopivia kokonaisuuksia helposti. Kartalle olisi saanut lisättyä sopivilla parametreilla myös kuljetettavan toivoman kuljetusajan, mutta sitä ei osattu hyödyntää vielä näitä optimointeja tehdessä. Tämä ominaisuus olisi helpottanut suunnittelua huomattavasti, sillä sitten ei olisi tarvinnut tarkastaa jokaisesta ryhmästä samaan aikaan kulkevia erikseen.

Ohjelman heikkoutena pidettiin sitä, että ajojärjestys ei ollut välttämättä optimaalinen reitin vaan ajan suhteen. Se tarkoittaa, että auto joutui välillä ajamaan epäloogista reittiä, jotta kuljetettava saatiin haettua hänelle sopivan aikaikkunan puitteissa. Ominaisuus mahdollisti hyvän palvelun, mutta ei välttämättä kustannustehokasta ajoreittiä. Joillekin kuljetettavien vanhemmille soitettiin ja kysyttiin mahdollisuutta joustaa aikaikkunoissa, jotta ajoreitistä tulisi kuljettajan kannalta järkevämpi. Yleensä vanhemmat olivat ymmärtäväisiä, ja muutokset hyväksyttiin.

Tapauksen edetessä ohjelmaa opittiin käyttämään paremmin ja yksi suuri edistysaskel oli oppia käyttämään sekä order (tilaus) että trip request (matkapyyntö) –tilauksia. Order –tilauksissa asiakkaalla on nouto- tai kohdeosoite, mutta ei molempia. Aluksi nähtiin, että tämä toimii moitteetta tässä tapauksessa, sillä kaikki kulkevat samaan paikkaan, Kalevanpuiston koululle. Ongelmia alkoi kuitenkin ilmetä, kun kuljetettaville ilmaantui muitakin kohteita. Sen jälkeen alettiin tutkia matkapyyntö –tilauksen mahdollisuuksia. Matkatilaus on tilaustyyppi, jossa asiakkaalla on sekä nouto- että kohdeosoite. Sen ongelma puolestaan oli aikaikkunat, joiden rakentaminen halutulla tavalla oli mahdotonta. Tilauksissa onnistui liittää tilaukseen ainoastaan toivottu hakuaika ja tieto siitä, että matka sai kestää enintään puoli tuntia. Matkapyynnöissä puolestaan piti määrittää sekä tarkka hakuaika että aikaikkuna, jonka aikana kuljetettava tulee hakea. Tämä ei vielä tuottanut ongelmia, mutta ohjelma laski sinne syötetyn enimmäisautossaistumisajan perusteella tilaukselle myös ajan, jolloin sen tulisi olla perillä. Tämä tarkoitti sitä, että aikaikkunaa ei saatu avoimeksi vaan että kuljetettavan tulisi olla *tasan* puolen tunnin päästä toivotusta hakuajasta perillä kohteessa. Tämä aiheutti sen, että ainoastaan yksi



tilaus / auto onnistui järjestää. Lopulta aikaikkunoita saatiin muokattua niin, että tilauksista poistettiin autossaistumisaika ja sen jälkeen aikaikkunat saatiin muodostettua niin kuin haluttiin. Tilausten työstämiseen meni tässä tapauksessa huomattavan paljon aikaa ja muutosten tekeminen ei ollut helppoa. Kun tilaukset oli saatu ohjelmaan oikeassa muodossa, niin reitittäminen ei ollut enää hankala tehtävä. Vaikeuksia syntyi, kun joku kuljetettava ei sopinut reittiin hänen ollessa aivan aikaikkunan rajoilla. Silloin tilaus tuli poistaa suunnitellusta reitistä, muuttaa aikaikkunaa ja reitittää tilaus uudelleen. Tämä oli melko hidasta ja sen joutui tekemään usein moneen kertaan, sillä ei tiedetty, kuinka paljon aikaikkunaa tuli muuttaa. Joskus kyse oli alle minuutista, joskus kymmenestä minuutista.

Ohjelmassa on mahdollista määritellä ajoneuvot todellisen kapasiteetin mukaan. Tämä kuulosti hyvältä, mutta käytännössä se ei onnistunut kovin helposti. Jos auto oli käytössä koko päivän, ei ollut ongelmia. Mutta jos se oli käytettävissä vain joko aamu- tai ilta-päivällä tai molempina, mutta ei keskipäivällä, niin auton joutui määrittelemään monena ajoneuvona. Ei ollut mahdollista määritellä aikaikkunaa, jolloin auto olisi käytössä, vaan ainoastaan auton aikaisimman ja myöhäisimmän alkamisajan sekä auton käytössä oloajan. Tässä tapauksessa olisi tarvittu mahdollisuus määrittää aika, jolloin auto poistui käytöstä.

Projektin aikana ei ymmärretty kustannusten muutosten vaikutusta tehtyihin reitteihin. Jokaisella autolle sai määritellä kilometrihinnan, tunti-hinnan, muokatun hinnan sekä ylityötuntien hinnan. Näitä parametreja muutettiin ja yritettiin ymmärtää millä logiikalla ohjelma arvottaa autoja, siinä kuitenkin onnistumatta. Kaikki autot hinnoiteltiin lopulta samanhintaisiksi, mikä ei vastannut todellisen maailman hinnoittelua.

Tähän liittyen ohjelman ehdottamiin automaattisen reitityksen tuloksiin ei optimoija ollut täysin tyytyväinen. Alussa ongelmat johtuivat siitä, ettei tilauksia saatu määriteltä tarpeeksi tarkasti. Lopulta reitit olivat matemaattisesti järkeviä ja mahtuivat määriteltäihin aikaikkunoihin, mutta ne eivät olleet inhimillisiä. Joskus auto haki kuljetettavan aivan hoitopaikan vierestä ja ajelutti häntä pitkin Tamperetta hakemassa muita kuljetettavia kyytiin. Ei ole sopivaa, että hoitopaikan vieressä asuva lapsi joutuu istumaan autossa puoli tuntia, vaikka olisi mahdollisuus, että matka-aika olisi vain viisi minuuttia. Tämän vuoksi tilauksia reititettiin pääosin käsin. Suunnittelija siis valitsi haluamansa kuljetettavat samaan kyytiin ja muokkasi heidän hakujärjestyksensä sopivaksi. Tämä vei enemmän aikaa kuin automaattireititys, mutta tulokset olivat huomattavasti paremmat ja inhimillisemmät. Käsin reitittäminen ei ollut kuitenkaan liian työlästä, sillä ArcLogistics tarjosi hyvin monipuolista apua suunnitteluun. Ohjelma laski muun muassa matka-aikoja, autojen kapasiteettia ja aikaikkunoita. Ilman tietoteknistä apua suunnittelussa olisi tullut varmasti huomattavasti enemmän virheitä ja siten tyytymättömiä asiakkaita. Virheitä olisi oletettavasti syntynyt erityisesti siinä, että kaikkia oppilaita ei oltaisi huo-

mattu reititystä tehdessä ja muutettaessa reittejä olisi yksittäiset oppilaat saattaneet jäädä huomaamatta.

Tärkeä huomio, joka tehtiin tämänkaltaisia reittejä suunnitellessa, on, että suunniteltuja reittejä ei kannata viedä pois ohjelmasta ennen kuin kuljetukset alkavat. Muutoksia tulee jatkuvasti ja hyvin paljon. Jos reitit on viety jo esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmaan, jota käytetään niiden ylläpidossa, muutosten tekeminen on todella haastavaa. Muutokset kannattaa tehdä niin pitkään kuin mahdollista ArcLogisticsissa ja hyödyntää sen tarjoamia mahdollisuuksia.

Kesäpäivä -pilottiin on kulunut paljon Tampereen Logistiikan henkilökunnan työtunteja. Osaksi sen takia, että reittejä on ollut tekemässä parhaimmillaan kolme henkilöä. Se on kuitenkin ollut välttämätöntä, sillä kaikki henkilöt ovat uusia tehtävässä ja kaikkien tulee oppia, kuinka reititys tehdään. Kaikki ovat samalla tutustuneet ohjelmaan ja sen käyttämiseen. Yhdessä on jouduttu pohtimaan kuljetettavien aikaikkunoita ja mahdollisia muutoksia. Kaikilla kolmella on ollut hieman eri näkökulma asiaan, joten on ollut tärkeää, että kaikki ovat olleet mukana työssä. Reittejä on myös tehty monta kertaa uudelleen: välillä kokeilun vuoksi, välillä sen takia, että olosuhteet ovat muuttuneet niin paljon, että vanhoja reittejä ei ole voitu enää hyödyntää. Vaikka reittien suunnitteluun on mennyt paljon aikaa, on projektissa ollut nähtävissä kustannussäästöjä. Edellisenä vuonna suurin osa kuljetettavista oli kulkenut yksin omalla taksilla, eikä heitä oltu yhdistelty samoihin autoihin. Nyt yhdistelyaste oli ajankohdasta riippuen hyvinkin korkea, mikä pienensi kustannuksia huomattavasti. Lisäkuluja on kuitenkin tullut siitä syystä, että kyseessä on pilottiprojekti ja kaikki osapuolet eivät ole aina olleet tietoisia siitä, että kuka pitäisi hakea mihinkin aikaan ja mistä. Reitit ovat muuttuneet viikoittain, ja se aiheuttaa hämmennystä kuljetettavien hakemisessa. Joskus kuljetettava on jäänyt hake-matta tai häntä on yritetty kuljettaa väärään aikaan. Tällaisen virheen korjaaminen aiheuttaa selkeitä lisäkuluja, sillä silloin kuljetettavalle pitää järjestää henkilökohtainen kuljetus mahdollisimman nopeasti.

Pilotin aikana opittiin hyvin paljon ja nyt tiedetään millaisiin asioihin tulevaisuudessa tulee kiinnittää huomiota. Tiedonkulun tärkeyttä ei voi tarpeeksi korostaa. On ensiarvoisen tärkeää, että kaikilla osapuolilla on uusin ja ajankohtaisin tieto kuljetuksiin liittyen. Kaikkien tulee myös tietää kehen ottaa yhteyttä ongelmatapauksessa. Jos ongelmia ruvetaan ratkomaan ennalta sovittujen pelisääntöjen vastaisesti, se aiheuttaa katkon informaatiossa ja on suuri riski, että ongelman ratkominen aiheuttaa vain lisäongelmia. Palautteen saamisen tärkeys on myös huomattu projektin aikana. Asioita ei voi tehdä paremmin, jos ongelmista ei kerrota suunnittelijoille. Tulisi myös kehittää saumattomasti toimiva palautekanava, joka olisi niin helppo ja mukava käyttää, että siitä tulisi vakituisen ja paljon hyödynnetty kanava.

Projektin aikana syntyi toimenpide-ehdotuksia, jotka olisi hyvä ottaa huomioon seuraavaa vastaavanlaista projektia suunnitellessa. Lähtötietojen ja muun informaation oikeellisuus on ensiarvoisen tärkeää suunnitellessa kuljetuksia. Tästä syystä olisi hyvä, jos vanhempien täyttämät kuljetushakemukset tulisivat suoraan suunnittelijoille. Niistä voisi tarkastaa tietoja tarvittaessa ja vedota niihin epäselvissä tilanteissa. Myös itse hakemuspohjaa tulisi muokata. Siitä puuttui reitityksen kannalta oleellisia tietoja, jonka takia jouduttiin tekemään paljon tarkastussoittoja kuljetettavien vanhemmille sekä hoitopaikkoihin. Myös sähköisen hakemuksen kehittäminen on varteenotettava vaihtoehto tulevaisuudessa.

Tämän lisäksi jo edellä mainittuun tiedonkulun tärkeyteen tulee kiinnittää huomiota. Kokemuksina löydettiin tiedonkulun pullonkaulat, joten tiedetään, mihin tulee kiinnittää huomiota ja millä tavalla. Tärkeintä on, että kaikki osapuolet ymmärtäisivät, että kaikki muutokset tulee tehdä Tampereen Logistiikan kautta, josta puolestaan hoidetaan tiedotus eteenpäin asianosaisille.

## **7.2 Liikkuvan henkilöstön päivittäinen optimointi**

### **7.2.1 Esittely**

Yksikkö on pirkanmaalainen toimija, joka muun muassa toimittaa tuotteita suoraan asiakkaalle kotiin. Tällä hetkellä toimituksia tehdään viidellä autolla. Vuosittain toimituksia on lähes 20 000, joten päivittäin toimituksia on keskimäärin 20 tilausta / työntekijä. Aikaa toimituksen suorittamiseen yhdelle asiakkaalle kuluu keskimäärin 10 minuuttia.

Tuotteet toimitetaan yrityksen päätoimipisteeltä, joka sijaitsee Tampereella. Kaikki työntekijät myös palaavat kyseiseen toimipisteeseen työpäivän jälkeen. Ajettavat toimitusreitit suunnitellaan edellisenä päivänä käsin, muissa toimipisteissä tehtyjen tilausten perusteella ja siihen kuluu päivittäin 2-4 tuntia työaika. Virheitä ei synny paljoakaan, sillä reittisuunnittelija on kokenut ja työhön on syntynyt toimivat toimintatavat. Työ on kuitenkin tehotonta, sillä tilaukset tulostetaan paperille ja ne mallinnetaan kartalle joko työntekijän päässä tai paperilla. Reitit muodostetaan maalaisjärjen mukaisesti siten, miten hyvältä tuntuu. Reittien muodostuksessa ei lasketa matkan pituutta eikä mahdollisesti reittiin kuluvaa aikaa.

Tilaukset jaotellaan tässä työssä kolmeen kategoriaan sen perusteella, mihin aikaan ne tulee toimittaa.

1. Erittäin kiireellinen
2. Kiireellinen
3. Normaali

Erittäin kiireelliset toimitukset tulee toimittaa ennen yhdeksää aamulla ja kiireelliset puolestaan ennen kymmentä. Normaalit toimitukset toimitetaan näiden aiempien luo-

man aikataulun mukaisesti. Erittäin kiireellisiä ja kiireellisiä toimituksia on noin 13 % tilauksista, joten niiden hoitaminen aamun aikana ei ole tuottanut vaikeuksia.

### 7.2.2 Tavoitteet

Pää tavoitteena on ensisijaisesti selvittää, voiko optimointia hyödyntää tämänlaisessa toiminnassa. Tarkemmin sanottuna on tarkoitus selvittää, kuinka paljon ja millaisia säästöjä olisi mahdollista saavuttaa käyttämällä optimointiohjelmia sen sijaan, että ihminen suunnittelisi reitit käsin. Tavoiteltavia säästöjä ovat kilometrisäästöt, aikasäästöt sekä mahdollisuus palvella lisää asiakkaita. Tämän lisäksi jatketaan tutkimista ArcLogistics ohjelman sopivuudesta kunnallisiin optimointiongelmien, erityisesti liikkuvaan henkilöstöön liittyen.

### 7.2.3 Nykytilan mallinnus

Yksikön tuotteiden toimittamisen nykytilaa tarkasteltiin yhteistyössä työntekijöiden kanssa. Töissä oli päivittäin viisi työntekijää ja heidän henkilökohtaisia työsuoritteita ei ole taulukoitu, vaan tulokset ovat näiden viiden työntekijän kokonaismääriä niin kilometreissä kuin käytetyssä ajassakin. Heillä oli viikkojen 15 ja 18 aikana työssään mukana kaavake (Liite D), johon he merkitsivät tarkan käyntiosoitteen ja -ajan sekä kilometrimäärän, jonka he ajoivat kohteesta toiseen. Tällä selvitettiin, kuinka paljon kilometrejä työntekijät ajavat päivän aikana sekä kuinka paljon aikaa he käyttävät operatiiviseen, asiakkaan luona tehtävään työhön ja matkustamiseen. Tulokset on esitetty taulukossa 7.1.

Taulukko 7.1 Nykytilan mallinnus tapauksessa 2, otto 1.

	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai
Ajetut kilometrit (km)	181	144	128	161	185
Palveluun käytetty aika (hh:mm)	13:51	13:24	17:31	11:17	13:28
Ajoon käytetty aika (hh:mm)	8:35	7:12	9:15	6:03	7:25
Tilausten määrä	93	91	91	78	106
Keskimääräinen palvelutapahtumaan käytetty aika (min)	8,94	8,84	11,55	8,68	7,72

Taulukko 7.2 Nykytilan mallinnus tapauksessa 2, otto 2.

	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai
Ajetut kilometrit (km)	189	136	185	165	312
Palveluun käytetty aika (hh:mm)	13:30	13:11	12:29	9:45	8:32
Ajoon käytetty aika (hh:mm)	8:17	6:03	8:32	7:51	8:13
Tilausten määrä	116	93	79	80	47
Keskimääräinen palvelutapahtumaan käytetty aika (min)	7	8,5	9,48	7,31	10,8

Taulukoista 7.1 ja 7.2 näkee, että palveluun käytetty keskimääräinen aika vaihtelee huomattavasti eri päivien välillä. Asiakaskäynnit ovat erilaisia ja etukäteen on hyvin vaikea, usein jopa mahdotonta arvioida, kauanko palvelutapahtumaan menee aikaa. Tulojen laskemisessa on käytetty keskiarvona kymmenen minuutin palveluaikaa, joka on määriteltä toteutuneiden palveluaikojen keskiarvoa hieman korkeammaksi. Tämä erityisesti siksi, että ArcLogistics ei huomioi auton pysäköimiseen tai käynnistämiseen kuluva aikaa. Ylimääräiset minuutit voidaan laskea kuuluvaksi ajoaikaan, jolloin niistä saadaan enemmän totuutta vastaavia.

Tilausten määrä vaihtelee myös paljon. Keskimäärin tilauksia tulee noin 100 päivässä, mutta toisinaan määrä on huomattavasti pienempi. Tilaukset jaotellaan maantieteellisesti päivien mukaan ja taulukosta 7.2 näkee, että perjantai on ollut päivä, jolloin tilauksia on toimitettu kaupunkialueen ulkopuolelle. Kokonaiskilometrimäärä on huomattavasti suurempi kuin muina päivinä, mutta samalla tilausten määrä on pienempi.

Suurin osa ajetusta matkasta on kaupunkiajoa ja se sijoittuu klo 7-13 välille. Kaupungin keskustassa nopeusrajoitukset vaihtelevat 30 km/h ja 50 km/h välillä. Jos pääsee kiertämään keskustan tai ajamaan kaupungin reunoilla, nopeusrajoitukset ovat 50 km/h – 70 km/h. Kerätyn informaation mukaan ajoneuvojen keskinopeus eri päivinä on noin 21 km/h.

#### **7.2.4 Tuloksia**

ArcLogistics on tuote, joka on suunniteltu erityisesti juuri tämän tyyppisiä tapauksia varten. Sen vuoksi samantyyppisiä ongelmia kuin edellisen tapauksen kanssa ei syntynyt. Valmiit tilaukset sai vietyä ohjelmaan ongelmitta ja tilauksille sai määritellä juuri sellaiset aikaikkunat, kun asiakas halusi. Myös ajoneuvojen määrittely onnistui huomattavasti paremmin kuin aikaisemmin. Ainoat ohjelmistosta aiheutuneet ongelmat liittyivät ohjelmiston kartta-aineiston puutteisiin ja reitityksessä laskettujen aikojen totuudenmukaisuuteen. Ohjelma laski ajoajat perustuen reitin pituuteen ja alueella oleviin nopeusrajoituksiin tietyllä hidastusprosentilla. Laskennassa ei huomioitu millään tavalla muuta liikennettä, liikennevaloja eikä pysäköimiseen tai auton käynnistämiseen tarvittavaa aikaa. Matemaattisesti olisi mahdollista ajaa kaupunkinopeudella (40 km/h) kahden osoitteen välinen matka, jonka pituus olisi noin 700 metriä, yhdessä minuutissa. Käytännössä se ei kuitenkaan ole mahdollista, jos auto on pysähdyksissä ja se pitää matkan loppuksi pysäköidä, sillä näin laskettuna auton keskinopeudeksi tulee noin 20 km/h. Tämä teki suunnittelusta haastavaa ja aiheutti lisätyötä. Tilanteen pystyi kuitenkin ratkaisemaan lisäämällä asiakkaan luona käytettyä palveluaikaa.

**Taulukko 7.3 Työntekijäkohtaiset optimoidut reitit.**

	<b>Maanantai</b>	<b>Tiistai</b>	<b>Keskiviikko</b>	<b>Torstai</b>	<b>Perjantai</b>
<b>Ajetut kilometrit</b>	151,5	101,1	172,9	139	172,1
<b>Palveluun käytetty aika</b>	15:30	15:10	15:10	13:00	8:50
<b>Asiakaskäyntien määrä</b>	92	91	91	78	106

Taulukossa 7.3 on esitetty ensimmäisen viikon optimoituja tuloksia. Tulokset on laskettu niin, että työntekijöille on jätetty samat tilaukset kuin heillä oli aikaisemminkin, mutta reitti on suunniteltu uudelleen. Jokaiseen asiakaskäyntiin on määritetty aikaa käytettäväksi 10 minuuttia, paitsi perjantaina, jolloin tilauksia oli niin paljon, että työntekijöiden työpäivän aikana ei olisi ehtinyt tehdä kaikkia asiakaskäyntejä. Palveluajaksi on määritetty viisi minuuttia, joka on mahdollisesti alakanttiin todellisuuden kannalta, mutta sillä arvolla laskelmat pystyi tekemään. Taulukossa 7.4 puolestaan ei ole huomioitu aiempia asiakasjakoja ollenkaan vaan optimointi on tehty täysin ilman toteutuneesta datasta saatuja rajoitteita. Taulukoissa ei ole esitetty ajoon kuluvaan aikaa, koska ArcLogisticsin ajoaikalaskuri ei vastaa todellisen maailman ajoon kuluvaan aikaa. Tulokset on kuitenkin laskettu niin, että työpäivän loppuun on varattu aikaa, joka on laskettu käytettävän kohteiden välissä ajamiseen.

**Taulukko 7.4 Täysoptimoidut reitit.**

	<b>Maanantai</b>	<b>Tiistai</b>	<b>Keskiviikko</b>	<b>Torstai</b>	<b>Perjantai</b>
<b>Ajetut kilometrit</b>	108,6	96,6	162,3	130,7	145,5
<b>Palveluun käytetty aika</b>	15:30	15:10	15:10	13:00	17:40
<b>Asiakaskäyntien määrä</b>	92	91	91	78	106

**Taulukko 7.5 Saavutetut kilometrisäästöt.**

	<b>Maanantai</b>		<b>Tiistai</b>		<b>Keskiviikko</b>		<b>Torstai</b>		<b>Perjantai</b>		<b>Yhteensä</b>
<b>Alkuperäinen tulos</b>	181		144		239		161		185		
<b>Optimoitu tulos</b>	151,5	16,30 %	101,1	29,79 %	172,9	27,66 %	139	13,66 %	172,1	21,35 %	<b>21,75 %</b>
<b>Täysoptimoitu tulos</b>	108,6	40,00 %	96,6	32,92 %	162,3	32,09 %	130,7	18,82 %	145,5	15,46 %	<b>27,86 %</b>

Taulukossa 7.5 on laskettu optimoiduilla reiteillä saavutetut kilometrisäästöt. Jokaisen päivän kohdalla on alkuperäinen kilometrimäärä, työntekijäkohtaisesti optimoidut tulokset sekä täysoptimoidut tulokset. Lukemat ovat kilometrejä. Oikean puoleisessa sarakkeessa on laskettu kilometrisäästö prosenteissa, joka antaa paremman kuvan kokonaisuudesta kuin pelkät kilometrit. Laskelmat on tehty annettujen parametrien (asiakaskäyntien aikaikkunat ja työntekijöiden työpäivän pituus) puitteissa ja ne ovat valmiita sovellettavaksi käytäntöön.

Projektin aikana valtavasti työtä aiheuttivat tilausten lähtötietojen muokkaaminen ohjelmaan sopivaan muotoon. Tarvittavia tietoja ei saatu suoraan yrityksen tietojärjestelmästä, joten tämän tapauksen puitteissa kaikki tilaukset kirjattiin ensin käsityönä taulukkolaskentaohjelmaan ja vietiin sitten ohjelmaan. Tilauksia oli yhteensä lähes 900, joten voi päätellä, että kirjaamiseen meni todella paljon aikaa. Päivittäisen optimoinnin tekeminen on mahdotonta niin kauan, kunnes tietojärjestelmästä saadaan ainakin osa tarvittavista tiedoista suoraan sähköisessä muodossa. Tilauksiin tarvitsee kirjata ainakin asiakkaan yksilöivä tunniste, osoite sekä aikaikkuna, jonka puitteissa tilaus pitää hänelle toimittaa. Muitakin tietoja voi laittaa, mutta nämä tarvitaan reitittämistä varten. Yksikkö selvittää parhaillaan, että onko tietoja mahdollista saada tietojärjestelmästä ja kuinka paljon työtä ja lisäkustannuksia se aiheuttaisi.

### **Laskelmia:**

Optimoinnilla olisi tarkoitus saavuttaa erilaisia kustannussäästöjä ja seuraavassa onkin laskelmia mahdollisista kustannussäästöistä.

Ensimmäisessä taulukossa (Taulukko 7.6) on lasketettu vähenevistä kilometreistä aiheutuvat kustannussäästöt. Laskelmiin on valittu sattumanvaraisesti kaksi päivää kahden viikon tutkimusajanjaksolta, joiden perusteella on laskettu päivä- ja kuukausikohtaisia keskiarvoja saavutettavista säästöistä. Tässä tapauksessa työpäivät ovat melko samantlaisia, joten vaikka laskemia ei ole tehty tarkasti kaikkien päivien mukaan, on tulokset kuitenkin hyvin sovellettavissa todelliseen maailmaan. Kustannussäästöissä on käytetty laskennan apuna KV TES mukaista kilometrikorvausta, joka on 0,45 e.

**Taulukko 7.6 Ajosta aiheutuvat kustannukset ja optimoinnilla saavutettavat säästöt.**

	<b>Alkuperäinen</b>	<b>Optimoitu</b>	
Ajokilometrit (päivä 1)	182	120,3	km
Ajon kustannukset (KV TES, 0,45e/km)	81,9	54,135	e
Ajokilometrit (päivä 2)	187	157,3	km
Ajokustannukset (KV TES, 0,45 e/km)	84,15	70,785	e
Ajon kustannussäästöt (keskim. / pvä)	20,565		e
Ajon kustannussäästöt (keskim. / kk)	<b>411,3</b>		e

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 7.7) esitellään työaikasäästöistä aiheutuvat kustannussäästöt. Työaikasäästöillä tarkoitetaan siis aikaa, joka säästyy liikenteessä ajamisesta muihin työtehtäviin. Työntekijän palkan suuruus perustuu arvioon, jota kyseisellä alalla voitaisiin maksaa kokeneelle työntekijälle. Työntekijän arvo on puolestaan laskettu erilaisilla kertoimilla peruspalkasta. Summassa on huomioitu työeläkemaksut ja muita samankaltaisia työnantajalle työntekijästä aiheutuvia kuluja.

**Taulukko 7.7 Saavutetut työaikasäästöt.**

Työntekijän palkka	2500	e/kk
Työntekijän arvo työnantajalle	4200	e/kk
Työtuntia (kk)	160	h/kk
Kilometrisäästöt (keskim./kk)	914	km/kk
Ajoaikasäästöt liikenteessä	30,46666667	h/kk
Työaikasäästöt	<b>799,75</b>	e/kk
<b>Liikenteen kokonaissäästöt</b>	<b>1211,05</b>	e/kk

Liikenteen kokonaissäästöt on saatu laskemalla yhteen auton käyttöasteen pienenemisestä aiheutuneet säästöt sekä tuottavaan työhön säästetystä ajasta lasketut euromääräiset säästöt.

Kuten oheisista laskelmista hyvin näkee, optimoinnilla on mahdollista saavuttaa niin kilometrisäästöjä kuin työaikasäästöjäkin. Saavutettu 20 %:n pieneneminen viikon kokonaiskilometreissä on hyvä määrä ja vaikuttaa auton kulumisen vähenemisen lisäksi myös ympäristön kuormittumisen pienenemiseen. Sen avulla ei kuitenkaan voida saavuttaa huomattavia taloudellisia etuja, sillä kyseessä on vain murto-osan yrityksen toiminnan kustannuksista. Suurimmat optimoinnin aiheuttamat hyödyt ovat ehdottomasti työaikasäästöissä, joita uusi suunnittelutapa mahdollistaa. Työaikasäästöihin tulee edellä mainitun lisäksi myös suunnitteluun käytetyn ajan väheneminen. Nykyisin reittisuunnitteluun menee aikaa kahdesta neljään tuntia, riippuen tilausten oikeellisuudesta. Se on hyvin pitkä aika, kun tarjolla on tietoteknisiä apuvälineitä, joiden avulla työn voi tehdä jopa puolet nopeammin.

Tapauksessa tuli ilmi myös optimointiin liittyvä kokonaisratkaisu, joka sisältäisi reitinoiminnin lisäksi reaaliaikaisen kommunikoinnin esimiesten ja työntekijöiden välillä mobiililaitteen avulla. Tämä tarkoittaa, että eräänlaisesta ”johtokeskuksesta” voisi tehdä muutoksia päivän työjärjestykseen reaaliaikaisesti: seurata toimitettuja tilauksia, ohjata tilauksia toiselle työntekijälle, lisätä uusia tilauksia ja muutenkin olla tarvittaessa yhteydessä ajoneuvoihin. Niitä voisi hyödyntää myös kuljetuslistojen ja tilaukseen liittyvien asiakirjojen täyttämässä. Ajoneuvoissa on jo tällä hetkellä navigaattorit, joita varsinkin uudet työntekijät hyödyntävät, joten mobiiliratkaisun voisi mahdollisesti tuoda käyttöön ilman suurta vastarintaa.



## 7.3 Päivän palvelujärjestys

### 7.3.1 Esittely

Kotihoito on Tampereen kaupungin tarjoama palvelu, jota voivat saada kaikki yli 18-vuotiaat kuntalaiset, jotka tarvitsevat tukea kotona asumisessa alentuneen toimintakyvyn, sairauden tai muun syyn takia. Palvelu on pääosin asiakkaan henkilökohtaiseen hyvinvointiin, kuten peseytymiseen tai lääkkeiden ottoon, liittyvää. Mikäli resursseja on, apua tarjotaan myös kodinhoidon palveluissa, kuten kaupassa käynnissä. Jokaiselle asiakkaalle laaditaan henkilökohtainen palvelu- ja hoitosuunnitelma, jossa määritellään asiakkaan hoitotarve ja hänen kanssaan tehtävät toimenpiteet. Hoitoaika vaihtelee 10 minuutista jopa kahteen tuntiin. Palvelun hinta määräytyy palvelu- ja hoitosuunnitelmassa määrätyn hoitoajan mukaisesti.

Tampereella kaupunki tarjoaa kotihoitoa 17 lähipalvelualueella. Jokainen alue toimii itsenäisesti, mutta tarpeen vaatiessa työntekijöitä voidaan ”lainata” toiselle alueelle. Tässä työssä tutkimukseen on valittu Kaukajärven lähipalvelualue. Alue sisältää Kaukajärven, Lukonmäen, Turtolan, Viialan ja Haiharan alueet (ks. Kuva 7.2). Alueella on töissä 30 kotihoidon työntekijää sekä heidän esimiehensä. Asiakkaita on keskimäärin 130. Työtä tehdään kahdessa vuorossa niin arkisin kuin viikonloppuisinkin. Työntekijät liikkuvat asiakkaalta toiselle joko kunnan autolla, omalla autolla, bussilla, pyörällä tai jalan. Alueella on käytössä kaksi kunnan autoa ja henkilökunnalla on suuressa määrin oman auton käyttöoikeuksia.



Kuva 7.2 Kaukajärven lähipalvelualue.

Työpäivä jaksottuu niin, että päivä aloitetaan tiimituvalla (työntekijöiden sosiaalitila), jossa tarkastetaan päivän työnjako sekä haetaan asiakkaan luona tarvittavat välineet. Hyvin nopeasti töihin tulon jälkeen lähdetään asiakkaiden luo. Päivän keskivaiheilla on lounastauko, joka usein pidetään tiimituvalla. Sen jälkeen käydään uudella asiakaskier-

roksella. Päivän aikana tehtyt asiakaskäynnit tulee kirjata tietojärjestelmään jossain vaiheessa työpäivää. Työntekijöillä on mahdollista kantaa mukanaan kunnan kannettavaa tietokonetta, jolloin kirjausten tekeminen onnistuu välittömästi asiakaskäynnin jälkeen. Usein työntekijät eivät kuitenkaan hyödynnä tätä mahdollisuutta, sillä heillä on muutenkin paljon hoitotoimenpiteisiin liittyvää tavaraa kannettavana. Työpäivä päättyy usein tiimituvalle, jonne palautetaan mukana olleet tavarat ja tehdään asiakaskäyntien kirjaukset.

### **7.3.2 Tavoitteet**

Kaukajärven lähipalvelualueella on huomattu, että välittömän työn aika on pienempi kuin muilla alueilla. Välittömän työn aika tarkoittaa asiakkaan luona käytettyä, hoitotyöhön käytettyä työaika. Kaupungin tavoite on, että jokaiselle työntekijälle kertyy päivittäin 4 tuntia ja 45 minuuttia välitöntä työaika. Sen lisäksi tulee lakisääteiset tauot, siirtymiset kohteesta toiseen sekä muut työtehtävät, kuten asiakaskäyntien kirjaaminen. Tapauksen tavoitteena on, että asiakasjakoa voitaisiin muuttaa niin, että jokaisella hoitajalle tulisi enemmän välitöntä työaika. Mikäli tätä määrää saataisiin nostettua, niin olisi mahdollista ottaa alueelle lisää asiakkaita, mikä parantaisi alueen palvelutasoa huomattavasti.

Edelliseen liittyy läheisesti tapauksen toinen päätavoite. Kaukajärven alueella työskentelee hyvin eri-ikäisiä ja fyysisiltä ominaisuuksiltaan erilaisia työntekijöitä. Kaikilla ei ole mahdollisuutta oman auton käyttöön ja on myös työntekijöitä, jotka eivät voi ajaa autoa ollenkaan. Tämä tulee ottaa uudessa asiakasjaossa huomioon siten, että vaikka etenemisnopeus olisi hitaampi kuin toisella työntekijällä, niin tulisi olla mahdollista saavuttaa sama välittömän työn aika.

Työntekijöillä on myös erilaisia työrajoitteita, jotka vaikuttavat työntekijälle määrättäviin asiakaskäynteihin. Työntekijä voi olla esimerkiksi allerginen asiakkaan kotieläimelle ja olla siksi estynyt menemään hänen kotiinsa. Mahdollisia työrajoitteita voisi olla myös asiakkaan hissitön talo, uskontoon liittyvät esteet tai jokin lääkärintodistuksella todettu este. Nämä kaikki tulee määritellä ennen optimointia ja huomioida uusia jakoja tehdessä.

### **7.3.3 Tapauksen suoritus**

Kotihoiton nykytilaa alettiin mallintaa alueen esimiehen avustuksella. Ohjelmaan kirjattiin työntekijöiden yhden viikon työvuorot työvuorolistan mukaisesti. Tässä ei huomioitu yllättäviä sairauspoissaoloja tai muita listan ulkopuolisia muutoksia. Työntekijöitä ei mallinnettu henkilökohtaisesti, joten heidän henkilökohtaisia ominaisuuksiaan, kuten mahdollisia työrajoitteita, ei kirjattu ohjelmaan. Työntekijät olivat kaikki samanarvoisia ja pystyivät suorittamaan kaikki työtehtävät.

Asiakkaista ohjelmaan kirjattiin yksilöivän tunnuksen lisäksi osoite, palvelu- ja hoitosuunnitelmassa määritetty palveluaika, käynnin toivottu aikaikkuna sekä mahdolliset erityistoiveet. Asiakkaat kirjattiin ohjelmaan käsin, osin jopa hieman puutteellisin tiedoin. Työssä ei ollut mahdollisuutta nähdä asiakkaiden henkilökohtaisia palvelu- ja hoitosuunnitelmia, joten tilaukset kirjattiin omahoitajalistojen avulla. Ongelmana oli, että työntekijät osaavat tulkita listaa paremmin kuin ulkopuolinen tutkija ja siksi listoissa oli epäjohdonmukaisuuksia. Joissain tilauksissa oli vain asiakkaan sukunimi, mutta kotihoiton piiriin kuului monta saman sukunimen omaavaa. Näissä tilanteissa joutui päättämään, kuka asiakas on mahdollisesti kyseessä.

Tapauksen suoritusta vaikeutti huomattavasti se, että ArcLogistics ohjelmalla ei pysty mallintamaan eri kulkuvälineitä suoraan, vaan ohjelmassa kaikki ovat autoja, jotka kulkevat tieverkon mukaista nopeutta tietyin hidastuksin. Olisi kuitenkin toivottavaa, että eri kulkuvälineillä kulkeville hoitajille voitaisiin määritellä seuraavat keskinopeudet:

- Auto = 20 km/h
- Polkupyörä = 10 km/h
- Kävely, normaali = 5 km/h
- Kävely, hidas = 2 km/h

#### **7.3.4 Tuloksia**

Kuten jo aiemmin on mainittu, ArcLogistics ei ole suunniteltu suoraan tämänkaltaisen toiminnan optimointiin ja sen vuoksi tapauksen työstäminen ja tulosten saaminen on ollut erittäin haastavaa. Tarkkojen laskelmien ja tunnuslukujen sijaan tulokset perustuvat pitkälti ohjelman soveltuvuuden tutkimiseen tämänkaltaisessa toiminnassa.

Kun kotihoitoon tulee uusi asiakas, hänet täytyy sijoittaa jonkun hoitajan omahoitajalistalle. Kun asiakkaita on tällä hetkellä jo noin 130, esimiehellä on todella suuri työ hahmottaa olemassa olevat asiakkaat ja hoitajat, joiden päiväohjelmaan uusi asiakas mahtuisi. Optimointiohjelmasta olisi tällaisessa suunnittelussa todella paljon hyötyä, sillä asiakkaat saa mallinnettua kartalle, josta näkee suoraan, kuinka uusi asiakas sijoittuu suhteessa olemassa oleviin asiakkaisiin. Ja kun myös hoitajat on määriteltynä ohjelmassa, on asiakkaan ja hoitajan yhdistäminen yksinkertaista. Ohjelman avulla voi siis katsoa, kenen hoitajan reitille asiakas mahtuisi ja onko tällä hoitajalla mahdollisuutta ottaa uutta asiakasta. Jos uuden asiakkuuden lisääminen ei ole mahdollista, kartalta näkee helposti, millaisia muutoksia olisi mahdollista tehdä ja kuinka ne vaikuttaisivat toimintaan.

Samalla työkalulla voi seurata työntekijöiden välittömän työajan määrää. Johdon toiveena oli, että välittömän työajan määrää voisi lisätä tällä lähipalvelualueella ja ArcLogisticsin avulla sen suunnittelu onnistuisi vaivattomasti. Jokainen työntekijä on mallinnettu ohjelmaan henkilökohtaisesti ja kun hänelle lisätään asiakkuuksia, ohjelma laskee

kuinka paljon välitöntä työaikaa henkilölle tulee. Jos määrä jää alle toivotun, niin suunnittelija tietää, että hänelle voisi laittaa lisää asiakkaita. Ohjelmassa voi myös ottaa huomioon työntekijän työrajoitteet ja mikäli 4 h 45 minuutin välitön työaika ei ole mahdollista saavuttaa, niin silloin tavoiteltava aika on pienempi.

Ohjelmalla voi myös tehdä erilaisia ”mitä-jos” –skenaarioita tiimitupien optimaalisesta sijainnista. Ohjelmaan määritellään mahdollisesti sopiva paikka ja sen jälkeen tilaukset voi optimoida samalla tavalla kuin aiemminkin. Ohjelma ei pysty itsenäisesti ehdottamaan parasta mahdollista paikkaa tiimituvan sijainnille, mutta toisaalta ei tiimitupaa ole edes mahdollista sijoittaa ihan mihin tahansa paikkaan, joten työkalun voi katsoa olevan toimiva tämänkaltaisessa toiminnassa. Käytännön kannalta on hyödyllistä, että ohjelmaan voi mallintaa asiakkuuksia monelta eri ajanjaksolta, jolloin voidaan tutkia kotihoidon piirissä olevien ihmisten sijoittumista kartalle pidemmän aikavälin aikana. Se auttaa tiimituvan optimaalisen paikan mallintamisessa ja ennustamisessa.

Aiemmin on jo mainittu, että ArcLogisticsiin ei voi määritellä ajoneuvon kulkunopeutta itse. Nopeus tulee tieaineiston mukaisesti, tietyn prosentin mukaisin hidastuksin. Tämä ongelma voidaan kuitenkin kiertää, vaikkakin hyvin työläästi. Yksi mahdollisuus on muokata ajoneuvon enimmäiskilometrimäärää, jonka se voi yhden päivän aikana kulkea. Kun työntekijää määritellään, niin selvitetään hänen kulkunopeutensa, josta laskeamalla saadaan kilometrimäärä, jonka hän voi liikkua työpäivän aikana. Tulosta muokataan mahdollisesti vielä jollain kertoimella, jota säädetään käytännön osoittamalla tavalla.

Työntekijän mallintamiseen liittyy myös asiakkaiden määrä, jonka hän voi ottaa päivän aikana. Ei ole oikeudenmukaista, että jollekin hoitajalle tulee monta lyhyttä asiakaskäyntiä ja toiselle puolestaan muutama pidempi käynti. Tämä parametri voi aiheuttaa ongelmia, joten rinnalle rakennetaan parametri asiakkaan vaatiman hoitotyön raskaudesta. Kotihoidon piiriin kuuluu hyvin erilaisia ja eritasoisia työtehtäviä ja niiden täytyy jakautua tasaisesti hoitajille. Jokaiselle asiakkaalle määritetään kerroin, kuinka raskas on hänelle tehtävä asiakaskäynti. Samanlainen kerroin asetetaan myös hoitajille ja yhteisesti määritellään, mikä on hoitajan suurin mahdollinen arvo tälle kertoimelle. Näin saadaan jaettua työtaakkaa tasaisesti hoitajien välillä.

Tämän projektin puitteissa ei tehty työntekijöistä eikä asiakkaista tarkkoja määritelmiä ja niiden avulla tarkkoja laskuja optimoinnin aiheuttamista hyödyistä. Alussa rajattiin, että tämä tapaus tullaan tekemään suuntaa-antavilla laskelmilla. Laskelmat osoittivat, että jos kaikki asiakaskäynnit tehtäisiin autoilla, päivän työt olisi tehtävissä puolella siitä työntekijämäärästä, joka tällä hetkellä on vahvuudessa. Tämä ei kuitenkaan pidä aivan aukottomasti paikkansa, sillä asiakkailla on hyvin paljon tiukkoja aikaikkunoita, joiden sisällä käynti on tehtävä. Ruuhkaisimpia aikoja ovat aamut sekä alkuillat, jolloin työntekijöitä on luonnollisesti oltava enemmän. Asiakaskäyntejä voisi toki tarkastella uudel-

leen ja päivittää niissä olevat aikaikkunat, jolloin aamuruuhka voisi helpottua jonkin verran.

Tähän liittyy yksi tulevaisuuden visio, joka on mainittu jo aiemmin luvussa 5 Käyttäjätarvetutkimus. Olisi mahdollista, että kunnalla tai jopa kotihoidolla yksinään olisi käytössä autonkuljettajia, jotka kuljettaisivat hoitajia kohteesta toiseen. Tämä poistaisi kävelevien ja pyöräilevien hitaammasta liikkumisesta johtuvat pienemmät välittömän työn tunnit sekä helpottaisi erityisesti aamun ruuhkia, koska siirtyminen kohteesta toiseen olisi nopeampaa.

Tampereen kaupungin kannalta olisi järkevää, että koko kotihoidon kenttä optimoitaisiin kerralla, eikä vaan yhtä tai kahta lähipalvelualueutta. Optimoinnilla voitaisiin suunnitella olemassa oleva aluejako uudelleen, mikäli todettaisiin, että tämänhetkistä voisi parantaa uudelleenjärjestelyllä. Tällainen kokonaisuoptimointi olisi mahdotonta toteuttaa osissa, sillä hyöty tulee juuri siitä, että voidaan nähdä kokonaistilanne ja optimoida se. On ideoitu myös sellaista, että lähipalvelualueiden omista tiimituvista luovuttaisiin ja ne korvattaisiin yhdellä ”johtokeskuksella” sekä jonkinlaisilla sosiaalituloilla, joita saisivat käyttää kaikki kotihoidon työntekijät. Johtokeskuksessa työskentelisivät kaikki esimiehet, jolloin he voisivat myös optimoinnin kannalta tehdä huomattavasti paremmin yhteistyötä. Yhteistyö pohjautuisi reaaliaikaiseen optimointiin erikoistapauksen (esimerkiksi työntekijän äkillinen sairastuminen) yllättäessä. Myös uusien asiakkuuksien jakaminen työntekijöille olisi helpompaa, kun olisi enemmän hoitajia, joista valita. Optimoinnin voisi sitoa työntekijän halutessa myös hänen asuinpaikkaansa, jolloin hänen työmatkansa lyhentyisi ja sitä kautta mahdollisesti asiakaspalvelu paranisi. Tällainen visio kuitenkin vaikuttaisi olevan tulevaisuuden suunnitelmia, koska se ei olosuhteiden vuoksi ole vielä vuosiin toteutettavissa.

## 7.4 Liiketoimintamahdollisuudet

Liiketoiminnassa lähtökohtana on tuottaa asiakkaalle lisäarvoa tuotteen tai palvelun muodossa ja samalla saada tuotetusta palvelusta ja tehdystä työstä tuloja itselle. Tässä luvussa on tarkoitus pohtia optimoinnin liiketoimintamahdollisuuksia Tampereen kaupungin toiminnassa pohjautuen tapaustutkimuksissa saatuihin tuloksiin. Tapauksissa on tutkittu optimoinnin mahdollisuuksia monipuolisesti. Jokainen tapaus on ollut erilainen ja tulokset eivät ole keskenään verrattavissa vaan niiden avulla voidaan muodostaa kokonaiskuva optimoinnin mahdollisuuksista kuntasektorilla.

Tampereen Logistiikan johtoajatus optimointipalvelun tarjoamisessa on se, että annetaan kaikille työntekijöille mahdollisuus keskittyä omaan ydinosamiseensa. Erilaiset optimoinnin osa-alueet, kuten kuljetusreittien tekeminen ja päivän palvelujärjestyksen suunnitteleminen pohjautuu pitkälti matemaattiseen ja tekniseen ajatteluun, tietotekniikan käyttämiseen sekä laajojen osakokonaisuuksien hallitsemiseen. Onkin suotavaa, että

tällaiseen toimintaan keskittyä hoitotyön ammattilaisen sijaan esimerkiksi tietoteknisen koulutuksen saanut henkilö, joka lähtökohtaisesti haluaa keskittyä suunnittelutehtäviin ja hyödyntää tekniikan suomia mahdollisuuksia työssään.

Optimointia voi tehdä sovellusalueesta riippuen hyvin erilaisten aikavälien puitteissa. Yleisimpiä lienee optimoinnit joko päivittäin, uuden tilauksen tullessa, vuodenaikoihin sidottujen aikavälien mukaisesti tai sitten kertaoptimointina, jonka tulos säilyy validina usean vuoden ajan. Optimoinnista saatava ansaintaperiaate riippuu pitkälti tapauksesta, jota optimoidaan sekä optimoinnin toistuvuudesta. Teoreettisena hinnoittelun perusteena voidaan pitää ajatusta, että hinnan tulee olla pienempi tai yhtä suuri kuin asiakkaan palvelun hankkimisesta kokema hyöty. Päivittäin, kuten myös pidemmän aikavälin aikana toistuvat kertaoptimoinnit on yksinkertaista hinnoitella kertaluontoisesti. Hinta on helppo muodostaa ja molemmille osapuolille on helppo perustella hinnoittelun lähtökohdat. Mikäli asiakas kokee paremmaksi esimerkiksi kuukausihinnoittelun, on tästä helppo lähteä rakentamaan kuukausittaista hintaa.

Optimointi on erinomainen lisä moneen Tampereen Logistiikan jo olemassa olevaan palveluun, sillä toiminnassa on paljon erilaisia liikkumiseen sekä varastologistiikkaan liittyviä palveluita. Optimoinnilla voi tuottaa asiakkaalle huomattavaa lisäarvoa, erityisesti jos tämän hetkiset toimintamallit on tehty ilman uusimpia teknisiä apuvälineitä, jopa täysin käsityönä. Kuljetuksista on mahdollista tehdä kustannustehokkaampia ja tämä johtaakin suoraan mahdollisuuteen tarkastaa palvelun hinnoittelu.

Tutkituista tapauksista liikkuvan henkilöstön optimoinnissa on ehdottomasti suurinta potentiaalia liiketoiminnaksi. Toiminta on päivittäistä ja joka päivä tulee uudet asiakkaat, joiden luona tulee käydä. Tästä syystä reititys on tehtävä päivittäin uudelleen. Toiminta luonteeltaan takaa optimoinnin tarpeen jatkuvuuden. Toiminta on myös selkeää, joita varten suurin osa optimointiohjelmista on suunniteltu. Siksi optimointityö on jouhevaa ja tulokset luotettavia. Haasteena tämän tyyppisessä toiminnassa on lähtötietojen sekä valmiin materiaalin toimittaminen toiselle osapuolelle. Jotta toiminta olisi tehokasta ja järkevää, lähtötiedot tulisi saada valmiissa muodossa suoraan asiakkaalta ja asiakkaan pitää pystyä hyödyntämään valmiit tulokset ilman suuria toimenpiteitä tai muokkauksia. Mikäli nämä haasteet voidaan voittaa ja tiedonkulku saadaan aukottomaksi, olisi liiketoiminnan aloittamiselle jo hyvä pohja.

Optimoinnin soveltuvuudesta ryhmäkuljetusten järjestämiseen saatiin tässä työssä lupaavia tuloksia. Optimoinnin valmistelutyö on työlästä ja aikaa vievää, mutta suunnittelun tukena optimointi on ehdottomasti arvokasta. Ryhmäkuljetukset ovat usein ympäri vuoden jatkuvia kuljetuksia, joihin tulee uusia asiakkaita satunnaisesti. On myös mahdollista, että kuljetuksia suunnitellaan tietyiksi ajanjaksoiksi kuten kesäaika tai hiihtoloma. Ryhmäkuljetuksissa optimoinnin ansainta perustuu vahvasti suunnittelutyön ja kokonaisuuden hallinnan ohella tapahtuvaan lisäarvon tuottamiseen. Ryhmäkuljetuksiin

kuuluu niin paljon muutakin kuin vain reittisuunnittelu, joten palvelua on vaikea lähteä myymään pelkällä optimoinnilla. Kokemusten mukaan optimoinnin aiheuttamiin hyötyihin ollaan oltu erittäin tyytyväisiä, mikä luo uskoa siihen, että optimointi kannattaa liittää pysyväksi osaksi ryhmäkuljetuspalveluita.

Päivän palvelujärjestyksen optimointi on tällä hetkellä, erityisesti ArcLogistics –ohjelmalla, kaikkein hankalimmin lähestyttävä projekti. Aiemmat tutkimukset, kuten myös tämä työ, antoivat viitteitä siitä, että tämän tyyppisessä toiminnassa olisi huomattava optimoinnin potentiaali. Toimintaa on vaikea lähteä optimoimaan pienellä sektorilla, vaan parempi lähestymistapa olisi laaja kokonaislogistinen tutkimus, joka sisältäisi mahdollisten kohteiden optimoinnin samalla tavalla kuin ryhmäkuljetuksissa optimointi olisi osa palvelua. Jos kuitenkin haluaa optimoida tällaista tapausta, olisi optimointi kertaluontoinen projekti, jota korjataan sitä mukaa, kun tulee uusia asiakkaita. Ja optimointia suoritettaisiin uudelleen myös tilanteessa, kun aamulla ilmenee, että joku työntekijä on poissa ja hänen työt tulee organisoida uudelleen töissä olevien kesken.

## 8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 8.1 Tulosten yhteenveto

Työn ensimmäinen empiirinen osa on käyttäjätarvetutkimus. Eri organisaatioiden eri käyttäjäryhmiin kuuluvia käyttäjiä haastateltiin niin ryhmässä kuin yksinkin. Tuloksena saatiin kattava näkemys käyttäjien tarpeista erityisesti optimointiin liittyen. Samalla tuli ilmi huomattavissa määrin käyttäjien asenteita, joiden selvittäminen oli yksi työn tavoitteista. Esimiesten keskuudessa tarpeet olivat eri tapauksissa hyvin erilaisia. Kaikkia yhdistävä tarve oli kuitenkin tiedonkulun parantamisessa eri osapuolten, kuten esimerkiksi päivähoiton työntekijöiden ja kuljetussuunnittelijoiden välillä. Kaikkien osapuolten tulisi olla tavoitettavissa reaaliaikaisesti ja muutoksiin pitäisi pystyä reagoimaan nopeasti. Tämän lisäksi tarvetta olisi tehokkaalle reittien suunnittelutyökalulle. Suunnittelutyötä tehdään tällä hetkellä melko vanhanaikaisin keinoin ja tekniset ratkaisut voisivat sitä parantaa. Alaisilla tarpeet koskivat erityisesti asiakaskäyntiin varattavaa aikaa: aikaa tulisi olla tarpeeksi, jotta asiakas voitaisiin huomioida täysipainoisesti. Tämän lisäksi olisi helpottavaa, jos päivän reititys olisi valmiiksi mietitty ja työtä voisi lähteä tekemään huolehtimatta siitä, ehtiikö päivän aikana tehdä kaikki työt ja missä järjestyksessä asiakkaiden luona tulisi käydä. Epävarmuutta ei haluttaisi haittamaan päivän kulkua.

Heuristisen arvioinnin mukaan ArcLogistics on melko hyvä ohjelma käytettävyydeltään. Löydetty käytettävyyssongelmat johtuivat hyvin pitkälti siitä, että ohjelmaa arvioitiin kunnallisesta näkökulmasta. Ohjelma on alun perin suunniteltu erilaiseen käyttötarkoitukseen ja kunnalliset ongelmat vaativat hyvin paljon mallintamista, mikäli niitä halutaan ratkaista tällaisella ohjelmalla. Tämän vuoksi ohjelmasta löytyi myös heikkouksia. Suurin osa on kuitenkin helposti korjattavissa, mikäli ohjelmaa aletaan kehittää kunnalliselle sektorille sopivammaksi.

Ensimmäisessä tapauksessa tavoitteena oli selvittää, voiko optimointia ja erityisesti ArcLogistics -ohjelmaa hyödyntää ryhmäkuljetusten suunnittelussa. Tapaus oli hyvin opettavainen ja lopputulos oli tavoitteen mukainen. Pääkäyttäjä oppi käyttämään ArcLogisticsia ja todettiin, että sen hyödyntäminen ryhmäkuljetusten suunnittelussa on ehdottomasti järkevää. Ohjelman tuoma lisäarvo suunnittelussa on huomattava, erityisesti graafisen käyttöliittymän ja ohjelman tekemien laskutoimituksien vuoksi.

Toinen tapaus antoi lupaavia tuloksia optimoinnin liiketoimintamahdollisuuksista. Tapaus oli rakenteeltaan sellainen, johon Arclogistics on alun perin suunniteltu, joten siinä saatiin arvioita optimoinnin mahdollistamista kustannussäästöistä. Suurimmat kustan-



nussäästöt tulevat työaikasäästöistä, joita optimoinnin käyttöönotto mahdollistaa. Reittien suunnittelu saadaan hyvin pitkälti automatisoitua käsin tekemisen sijaan, joten päivittäiseen reittisuunnitteluun käytetty aika voi pienentyä jopa yli puolella. Tämän lisäksi tietokoneavusteinen suunnittelu mahdollistaa reiteissä kilometrisäästöjä, kun ohjelma laskee reiteille optimaaliset kulkureitit. Tämän työn perusteella voidaan todeta, että optimointi siis mahdollistaa kustannussäästöjä.

Viimeinen tapaus oli haastava, sillä se oli hyvin erilainen kuin mihin ArcLogistics on suunniteltu. Oli kuitenkin huojentavaa huomata, että ohjelmalla pystyy mallintamaan myös tämäntyylistä tapausta, kun osaa hyödyntää ohjelman parametreja soveltaen. Ohjelma mahdollistaa yksinkertaisen suunnittelun, sillä sinne voi määritellä niin työntekijät kuin asiakkaatkin. Kun määrittelyt on tehty yksityiskohtaisesti, se mahdollistaa työntekijöiden henkilökohtaisten ominaisuuksien huomioimisen ja sitä kautta tehokkaan työskentelemisen.

Kaiken kaikkiaan optimoinnista kuntasektorilla voi tämän tutkimuksen perusteella sanoa, että se kannattaa. Optimointiprojektin aloittaminen vaatii paljon tutkimus- ja valmistelutyötä, mutta sen jälkeen kun toimintamallit ovat selvillä, on itse optimoinnin tekeminen helppoa ja tulokset hyviä. Tämän vuoksi onkin hyvä keskittyä aluksi vain muutamaan optimointiprojektiin ja opetella niihin liittyvät toiminnot erittäin hyvin. Sen jälkeen kun toiminta sujuu rutiinilla, voi toimintaa lähteä laajentamaan uusiin optimointiprojekteihin. Optimointi kannattaa ensin lisätä olemassa oleviin palveluihin ja parantaa sillä niiden tasoa. Näin saadaan jo olemassa olevilta asiakkailta kokemuksia optimoinnista ja mahdollisesti tulevaisuudessa tarjottavaa optimointipalvelua voidaan kehittää paremmaksi näiden avulla.

On selkeästi nähtävissä viitteitä, että optimoinnin käyttäminen kuntasektorilla tulee yleistymään. Optimointia tutkiessa näkee käytännössä sen mahdollistamat säästöt niin operatiivisessa toiminnassa kuin suunnittelussakin. Tämän luulisi olevan tarpeeksi vahva merkki päättäjille, että optimoinnin käyttöönottoa kannattaa harkita. Optimointiohjelmistot eivät kuitenkaan ole vielä sillä tasolla, että niillä voitaisiin ratkaista kaikki kunnalliset optimointiongelmien vaikeuksista. Tämän vuoksi optimoinnin läpilyönti kuntasektorilla tulee tapahtumaan vasta muutaman vuoden päästä. Jos kuitenkin haluaa olla edelläkävijä kuntasektorilla, ei ole mitään syytä olla panostamatta optimointiin jo nyt. Se ei voi olla huono valinta.

## 8.2 Työn arviointi

Erityisen ansiokkaaksi työn tekemisessä voin katsoa sen, että työn tekeminen on pysynyt alusta alkaen aikataulussa. Projekti on edennyt melko tiiviillä aikataululla, sillä sen kestoksi määriteltiin kuusi kuukautta. Alussa aikaa meni sekä projektiin että työympä-

ristöön tutustuesssa. Loppukevät ja alkukesä olivat hyvin tiivistä tapausten kanssa työskentelyä, jonka vuoksi kesän on saanut rauhoittaa kirjoittamiselle.

Työssä olisi voinut pohtia syvällisemmin optimoinnin liiketoimintamahdollisuuksia ja laskea jokaisesta tapauksesta laskelmia, joihin olisi voinut perustaa liiketoiminnan aloittamisen. Ensimmäinen tapaus oli kuitenkin uusi pilottikokeilu, joten siinä aiempaan toimintaan tehtävä vertailu oli käytännössä mahdotonta. Kolmannessa tapauksessa laskelmia olisi voinut tehdä, mutta tässäkin vertailu tämän hetkiseen toimintaa olisi ollut hyvin haastavaa. Työ on vaihtelevaa ja siitä aiheutuvia kustannuksia ei ryhdytty laskemaan tämän työn puitteissa.

Valitettavasti erinäisten syiden vuoksi en saanut kuin yhden optimointiohjelman käyttööni. ArcLogistics oli minulla koko projektin ajan käytössä ja sen vuoksi tulokset pohjautuvat hyvin paljon siihen.  $R^2$  –optimoinnin käyttöliittymään sain tutustua videoneuvottelun välityksellä, mutta kyseisen ohjelman laskemia tuloksia ei saatu toimitettua minulle yrityksen työntekijöiden kiireiden vuoksi. SPIDER ohjelmaa en saanut alustavasta lupauksesta huolimatta mukaan tutkimukseen ollenkaan. Jos olisin saanut kaikki kolme ohjelmaa käyttööni, olisivat tulokset olleet monipuolisemmat ja tämän työn perusteella olisi voinut jo antaa suosituksen ohjelmasta, jollainen kannattaisi hankkia, mikäli hankintaan päädyttäisiin. Nyt kuitenkin työ antaa näkemystä optimoinnin mahdollisuuksista, ei niinkään eri ohjelmistojen ominaisuuksista.

Pidän työtä kaiken kaikkiaan onnistuneena. Tavoitteet saavutettiin yhtä lukuun ottamatta, ja tämän syitä ja seurauksia on pohdittu edellisessä tekstikappaleessa. Työ rakentuu hyvin tutkielman päätutkimusongelman ympärille. Jokaisessa luvussa työstitään ongelmaa ja lukujen yhteisenä lopputuloksena voi sanoa syntyneen vastaus määriteltyyn kysymykseen. Tapauksista saadut tulokset ovat lupaavia ja niiden perusteella on voinut antaa suosituksia projektin eteenpäin viemiseksi.

Koska näyttää siltä, että optimoinnin avulla voidaan saavuttaa merkittäviä tuloksia kunnallissektorilla, on suositeltavaa, että tätä projektia jatketaan. Tässä työssä on jo alustavasti pohdittu ja laskettu optimoinnin liiketoimintapotentiaalia, joten työn seuraavana vaiheena on kattavan liiketoimintasuunnitelman tekeminen. Liiketoimintasuunnitelma on tutkimus, jossa esitetään liiketoiminnan kannalta oleelliset asiat. Tässä suunnitelmassa tärkeimpiä asioita lienevät markkinointi, asiakkaat, rahoitus ja riskit. Suunnitelman ohella olisi erittäin tärkeää päästä kokeilemaan optimointia käytännössä pilottiprojektien puitteissa. Kuten tässä työssä on aiemmin mainittu, monet kunnalliset optimointiongelmat ovat hyvin haastavia mallintaa optimointiohjelmalla, joten todelliset kokeilut antavat paremman kuvan mahdollisesta liiketoimintapotentiaalista. Mikäli jatkoprojektissa päädytään siihen, että optimointiin aletaan panostaa, on edessä optimointiohjelmiston hankinta. Se on hyvin tärkeä osa tulevaa liiketoimintaa ja siksi siihen tulee valmistautua hyvin.

## LÄHTEET

- Alander, J., T. 2006, Geneettisten algoritmien mahdollisuudet, Teknologian kehittämisskeskus Tekes, Helsinki.
- Apaydin, O. & Gonullu, M. 2006, "Route optimization for solid waste collection: Trabzon (Turkey) case study", *Global NEST Journal*, vol. 9, pp. 6-11.
- Blum, C. & Roli, A. 2003, "Metaheuristics in combinatorial optimization: Overview and conceptual comparison", *ACM Computing Surveys (CSUR)*, vol. 35, no. 3, pp. 268-308.
- Bräysy, O. & Gendreau, M. 2005, "Vehicle routing problem with time windows, part II: Metaheuristics", *Transportation Science*, vol. 39, no. 1, pp. 119-139. Bräysy, O. 2007, "Optimoinnin hyödyt kunnallisissa kuljetuksissa ja palveluissa", *Jyväskylän Yliopisto*, .
- Bräysy, O. 1999, *Vehicle Routing Problem*, Suomen Operaatiotutkimusseura ry, Helsinki.
- Bräysy, O. 2011, dosentti, Jyväskylän yliopisto, haastattelu 19.4.2011
- Bräysy, O. & Porkka, P. 2007, "Kaluston reitinoptimoinnilla tehokkuutta logistiikkaan", *Logistiikka 6/2007*, .
- Bräysy, O., Dullaert, W. & Nakari, P. 2009, "The potential of optimization in communal routing problems: case studies from Finland", *Journal of Transport Geography*, vol. 17, no. 6, pp. 484-490.
- Bräysy, O. & Gendreau, M. 2005, "Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Construction and Local Search Algorithms", *Transportation Science*, vol. 39, no. 1, pp. 104-118.
- Bräysy, O., Nakari, P., Dullaert, W. & Neittaanmäki, P. 2009, "An optimization approach for communal home meal delivery service: A case study", *Journal of Computational and Applied Mathematics*, vol. 232, no. 1, pp. 46-53.
- Clarke, G. & Wright, J. 1964, "Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points", *Operations research*, vol. 12, no. 4, pp. 568-581.
- Cordeau, J.F., Gendreau, M., Hertz, A., Laporte, G. & Sormany, J.S. 2005, "New heuristics for the vehicle routing problem", *Logistics systems: design and optimization*, , pp. 279-297.
- Gendreau, M., Laporte, G. & Potvin, J.Y. 2002, "Metaheuristics for the capacitated VRP" in *The Vehicle Routing Problem*, eds. P. Toth & D. Vigo, Philadelphia: SIAM, USA, pp. 129-154.

- Hallamäki, A. & Ruohonen, T. 2008, *Logistiikan, reittien optimoinnin ja toimintaketjujen hallinnan alan ohjelmistokartoitus*, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 1988, *Teemahaastattelu*, 4. p. edn, Yliopistopaino, Hki.
- Hyysalo, S. 2006, *Käyttäjätieto ja käyttäjätutkimuksen menetelmät*, Edita, Helsinki.
- Jalkanen, J. 2004, *Avaruuskehän diskreetti optimointi. Lisensiaatintutkimus.*, Tampereen Teknillinen Yliopisto, Konetekniikan osasto. Tampere. 64 s.
- Jokela, T., Iivari, N., Matero, J. & Karukka, M. 2003, "The standard of user-centered design and the standard definition of usability: analyzing ISO 13407 against ISO 9241-11", *Proceedings of the Latin American conference on Human-computer interaction* ACM, , pp. 53.
- Kallio, O. 2006, *Kaupungit tilaajina ja tuottajina: kokemuksia ja näkemyksiä Jyväskylän, Tampereen ja Turun toimintamallien uudistushankkeista*, Tampereen yliopisto, Tampere.
- Karrus, K. 2001, *Logistiikka*, WSOY, Helsinki.
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C.D. & Vecchi, M.P. 1983, "Optimization by simulated annealing", *Science*, vol. 220, no. 4598, pp. 671.
- Kuntalaki 1995, *Kuntalaki 17.3.1995/365*,  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1995/19950365> edn, Finlex.
- Laporte, G. 1992, "The vehicle routing problem: An overview of exact and approximate algorithms", *European Journal of Operational Research*, vol. 59, no. 3, pp. 345-358.
- Lin, S. & Kernighan, B.W. 1973, "An effective heuristic algorithm for the traveling-salesman problem", *Operations research*, vol. 21, no. 2, pp. 498-516.
- Mattila, J. 2010, *Kattava valmisratkaisu kuljetusten suunnitteluun*, Logistiikkaextra, ESRI Finland, Espoo.
- Metsämuuronen, J. 2003, *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*, 2. uud. p. edn, International Methelp, Helsinki.
- Nakari, P. 2008, *Kuntien toiminta ja toimintaympäristö*, COMAS, Jyväskylä.
- Neittaanmäki, P. & Bräysy, O. 2008, *Loppuraportti: Uudet Tehokkaat Optimointimallit ja Logistiikkaliiketoimintojen Tehostaminen (OPT-LOG: 1.12.2006-29.2.2008)*, Jyväskylän Yliopisto, Jyväskylä. Nielsen, J. 1994, "Enhancing the explanatory power of usability heuristics", *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: celebrating interdependence* ACM, , pp. 152.

- Nielsen, J. & Molich, R. 1990, "Heuristic evaluation of user interfaces", *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Empowering people* ACM, , pp. 249.
- Nielsen, J. 1993, *Usability engineering*, Academic Press, San Francisco (CA).
- Norman, D. (ed) 1998, *The Design of Everyday Things*, Fourth edn, Library of Congress Cataloging-in-Publications Data, USA.
- Nuortio, T., Kytöjoki, J., Niska, H. & Bräysy, O. 2006, "Improved route planning and scheduling of waste collection and transport", *Expert Systems with Applications*, vol. 30, no. 2, pp. 223-232.
- Oulasvirta, L. 1992, *Kuinka kunta toimii*, Suomen kaupunkiliitto, Helsinki.
- Ovaska, S., Aula, A. & Majaranta, P. 2005, *Käytettävyytutkimuksen menetelmät*, Tampereen yliopisto, tietojenkäsittelytieteiden laitos, Tampere.
- Partyka, J. & Hall, R. 2008, *Vehicle Routing Software Survey*, OR/MS Today, USA.
- Perrier, N., Langevin, A. & Campbell, J.F. 2006, "A survey of models and algorithms for winter road maintenance. Part I: system design for spreading and plowing", *Computers & Operations Research*, vol. 33, no. 1, pp. 209-238.
- Salmelin, A. & Komonen, V. 2004, *Tampereen päivähoiton, perusopetuksen sekä kouluisten aamu- ja iltapäivätoiminnan yhtenäinen tilaaja-tuottajamalli*, Tampereen kaupunki, Tampere.
- SFS-EN ISO 13407 1999, *Vuorovaikutteisten järjestelmien käyttäjäkeskeinen suunnitteluprosessi*, Suomen Standardoimisliitto SFS, Helsinki.
- Shneiderman, B. 1997, *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Solomon, M.M. 1987, "Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints", *Operations research*, vol. 35, no. 2, pp. 254-265.
- Suomen Kuntaliitto 2000, *Kuntalogistiikan käsikirja*, Suomen kuntaliitto, Helsinki.
- Tcheng, D., Lambert, B., Lu, S.C. & Rendell, L. 1989, "Building robust learning systems by combining induction and optimization", *Proceedings of the 11th international joint conference on Artificial intelligence - Volume 1* Morgan Kaufmann Publishers Inc, San Francisco, CA, USA, pp. 806.
- Toth, P. & Vigo, D. 2002, *The vehicle routing problem*, Society for Industrial Mathematics.

## Internetlähteet

Bräysy, O. 2010, 10.5.2010-last update, *Optimoinnin viimeaikaiset saavutukset ja tulevaisuus* [Homepage of ProComp Solutions], [Online]. Available: [http://www.r2optimointi.fi/assets/site/files/optimointi/JulkIT\\_Braysy\\_11052010.pptx.pdf](http://www.r2optimointi.fi/assets/site/files/optimointi/JulkIT_Braysy_11052010.pptx.pdf) [2011, 07/10].

Chinneck, J.W. 2004, 6.8.2010-last update, *Practical optimization: a gentle introduction* [Homepage of Systems and Computer Engineering, Carleton University], [Online]. Available: <http://www.sce.carleton.ca/faculty/chinneck/po/TitlePageAndTOC.pdf> [2011, 07/08].

ESRI Finland , *ArcLogistics* [Homepage of ESRI Finland], [Online]. Available: [http://www.esri.fi/esrin\\_arcgis\\_tuotteet/esrin-ratkaisutuotteet/arclogistics/](http://www.esri.fi/esrin_arcgis_tuotteet/esrin-ratkaisutuotteet/arclogistics/) [2011, 07/13].

Kaartinen, T. , *R2 Optimointi tuo säästöjä yritykselle, asiakkaalle ja kuljettajalle* [Homepage of ProComp Solutions], [Online]. Available: <http://www.r2optimointi.fi/fi/ajankohtaiset/r%C2%B2-optimointi-tuos%C3%A4%C3%A4st%C3%B6j%C3%A4-yritykselle-asiakkaalle-ja-kuljettajalle> [2011, 03/24].

Kuntaliitto 2006, , *Kuntien hallinto ja päätöksenteko* [Homepage of Kunnat.net], [Online]. Available: [http://www.kuntatieto.fi/k\\_perussivu.asp?path=1;29;102942;486;496;29557](http://www.kuntatieto.fi/k_perussivu.asp?path=1;29;102942;486;496;29557) [2011, 06/06].

Nielsen, J. 2005, , *Severity Ratings for Usability Problems*. Available: <http://www.useit.com/papers/heuristic/severityrating.html> [2011, 07/06].

ProComp , *Optimointi* [Homepage of ProComp Solutions ry], [Online]. Available: <http://www.r2optimointi.fi/fi/yleiskuvas> [2011, 07/18].

Spider Solutions 2009, 31.8.2009-last update, *Spider Technology* [Homepage of Spider Solutions], [Online]. Available: <http://www.spidersolutions.no/index.html> [2011, 07/14].

Tampereen kaupunki 2011a, , *Organisaatio 2011* [Homepage of Tampereen kaupunki], [Online]. Available: [http://www.tampere.fi/material/attachments/t/unnamed\\_11011/tre\\_organisaatio2011.pdf](http://www.tampere.fi/material/attachments/t/unnamed_11011/tre_organisaatio2011.pdf) [2011, 07/06].

Tampereen kaupunki 2011b, , *Päätöksenteko* [Homepage of Tampereen kaupunki], [Online]. Available: <http://www.tampere.fi/hallintojatalous/paatöksenteko.html> [2011, 07/06].

Tampereen kaupunki 2009, 27.4.2009-last update, *Tilaaja-tuottaja -malli* [Homepage of Tampereen kaupunki], [Online]. Available: <http://www.tampere.fi/hallintojatalous/toimintamallinuudistus/tilaatuottajamalli.html> [2011, 07/06].

# **LIITE A KESÄPÄIVÄ HENKILÖKUNNAN HAASTATTELU / KÄYT- TÄJÄTARVETUTKIMUS**

## **Yleistä:**

Kuinka paljon teillä on työntekijöitä?  
Millaiset työvuorot teillä on?  
Kuinka paljon teillä on hoitolapsia?  
Millaisia lakeja on rajoittamassa toimintanne?  
Mikä on tärkeintä työssä?  
Kuinka sitä voisi parantaa?

## **Kuljetukset:**

Kuinka paljon liikennettä päivässä/viikossa/kuukaudessa tulee lasten kuljettamisesta?  
Kuljetuksien kolme parasta ja huonointa puolta?  
Millaisia ongelmia kuljetuksiin liittyy?  
Kuinka niitä voisi parantaa?  
Voisiko Tampereen Logistiikka tehdä jotain toisin?

## **Tavoitteet ja optimointi:**

Tavoitteet optimoinnin suhteen?  
- Millaisia säästöjä ja kuinka paljon?  
Kuinka usein optimoitaisiin?  
Millainen on Logistiikan rooli tulevaisuudessa tällaisessa toiminnassa?

## **Kustannukset:**

Mistä yksikön kustannukset koostuvat?  
Kuinka paljon kulkuvälineistä on kuluja?  
Missä olisi eniten säästöpotentiaalia?

## **LIITE B ESIMIESTEN HAASTATTELU / KÄYTTÄJÄTARVETUTKIMUS**

### **Yleistä:**

Mitä teette? (Toiminnan esittely)

Kuinka paljon teillä on työntekijöitä?

Kuinka paljon liikkumista toiminta sisältää?

Entä aikatauluihin liittyvää toimintaa?

Miten työpäivä jaksottuu?

Kuinka työvuorot tehdään?

Miten ”tiivit” listat ja listattomat toimivat?

Millaisia lakeja on rajoittamassa toimintaanne?

Onko teidän hoitajilla käytettävissä mobiililaitteita hoitotyön tueksi?

Millaisia ne ovat? (Älypuhelin, taulutietokone, kannettava tietokone..)

### **Asiakaskäynti:**

Kuinka paljon teillä on asiakkaita?

Asiakaskäyntien määrä?

Keskimääräinen asiakaskäynnin kesto? Kuinka paljon kesto vaihtelee?

Millaisia vaatimuksia asiakkailla tai työntekijöillä on?

Kauanko asiakkaan luona menee aikaa? Vaihtelu?

Kuinka tiukka aikaikkuna asiakaskäynneissä on?

Kuinka aikatauluun sidottua toiminta on?

Kuinka tärkeää on asiakaskontaktien inhimillisyys? Onko sovittu, että samalla asiakkaalla käy sama hoitaja?

### **Alueet:**

Onko toiminta jaettu piireihin/alueisiin? Kuinka tiukat ovat aluerajat ja aluejako ylipäättään? Onko alueiden sisällä jonkinlaista tiimijakoa?

Lähtevätkö hoitajat yhdestä paikasta ja palaavat sinne vai kodeistaan?

Kuinka tärkeää on asiakaskontaktien inhimillisyys? Onko sovittu, että samalla asiakkaalla käy sama hoitaja?

Kuinka paljon liikennettä päivässä/viikossa/kuukaudessa? Onko toimintaa arjen ja toimistoajan ulkopuolella?

Kuinka tiukka aikaikkuna asiakaskäynneissä on?

Millä asiakaskäyntejä tehdään? (Kävellessä, pyörällä, julkisilla, autolla?)

Mistä riippuu, millä kuljetaan?

Kuinka työntekijöiden tauot on suunniteltu?

Miten hoitaja osaa mennä oikeaan osoitteeseen?

Kuinka tiimitupa toimii?

### **Toiminnan tavoitteet?**



Tavoitteet optimoinnin suhteen?

- Millaisia säästöjä ja kuinka paljon?

Kuinka usein optimoitaisiin?

Miten tilaukset tehdään? Päivittäin, kuukausittain, aina kun uusi asiakas?

Onko asiakkailla muita vaihtoehtoja kuin odottaa hoitajaa eli tyytyä siihen mitä tarjotaan?

Esimerkkidataa tutkittavaksi ja sitten lopullisiin keisseihin paljon kunnon dataa.

**Kustannukset:**

Mistä yksikön kustannukset koostuvat?

Kuinka paljon kulkuvälineistä on kuluja?

Missä olisi eniten säästöpotentiaalia?

Kuinka paljon reititykseen menee työaika?

## **LIITE C TYÖNTEKIJÄN HAASTATTELU / KÄYTTÄJÄTARVETUTKIMUS**

### **Yleistä:**

Miten työpäivä jaksottuu?

Kuinka työvuorot tehdään?

Onko kaikille aina riittävästi töitä?

Kuinka paljon teillä on asiakkaita?

Asiakaskäyntien määrä päivässä/viikossa/kuukaudessa?

Kuinka paljon liikennettä päivässä/viikossa/kuukaudessa? Onko toimintaa arjen ja toimistoajan ulkopuolella?

Onko teidän hoitajilla käytettävissä mobiililaitteita hoitotyön tueksi?

Millaisia ne ovat? (Älypuhelin, taulutietokone, kannettava tietokone..)

### **Asiakaskäynti:**

Keskimääräinen asiakaskäynnin kesto? Kuinka paljon kesto vaihtelee?

Millaisia vaatimuksia asiakkailla tai työntekijöillä on?

Kuinka tiukka aikaikkuna asiakaskäynneissä on?

Kuinka aikatauluun sidottua toiminta on?

Kuinka tärkeää on asiakaskontaktien inhimillisuus? Onko sovittu, että samalla asiakkaalla käy sama hoitaja?

Kuinka asiakaskäyntiä voisi parantaa?

Paljonko on keskimääräinen välitön työaika (kuinka paljon ollaan asiakkaan luona)?

### **Kulkeminen & tauot:**

Millä asiakaskäyntejä tehdään? (Kävellessä, pyörällä, julkisilla, autolla (kaupungin/oma)?)

Mistä riippuu, millä kuljetaan?

Kuinka työntekijöiden tauot on suunniteltu?

Miten hoitaja osaa mennä oikeaan osoitteeseen? (Kartta, navigaattori, kokemus...?)

### **Tavoitteet ja optimointi:**

Tavoitteet optimoinnin suhteen?

Mitä odotuksia tai ajatuksia optimointi herättää?

Miten tilaukset tehdään? Päivittäin, kuukausittain, aina kun uusi asiakas, aina kun hoitaja vapaana?

Millaisia teknisiä apuvälineitä tai uusia toimintamalleja toiminnassa tarvittaisiin?

### **Nykyinen toimintamalli**

Onko toiminta joustavaa?

Kolme parasta puolta?

Kolme huonointa puolta?

Mitä muutoksia haluaisit?

Ovatko aikataulut toimivia?

Kuinka paljon muutoksia olisit valmis tekemään jokapäiväisiin rutiineihin?

Millaiseksi koet valmiit reitit, jotka sinulle annetaan päivittäin?

Muutatko sinulle annettuja valmiita reittejä?

Miten sinuun vaikuttaa, kuinka reitit on tehty ja millaisiksi ne muodostuvat?

Kuinka suuri merkitys työn tuomalla kokemuksella on päivittäisen reitin kulkemisessa?

Millaiseksi koet ajan, joka sinulle on varattu työn tekemiseen?

Onko sitä varaa kiristää/löysätä?

Millaisessa muodossa haluaisit reittilistauksen? (Paperinen, älypuhelin, kämmentietokone, taulutietokone, kannettava tietokone, ...)

Miten suhtaudut tekniikkaan?

- PDA –laite (tms.) autossa, jonne muutokset reitteihin jne. tulisivat reaaliaikaisesti?

- Kosketusnäyttö?

- Kuinka paljon valmis käyttämään tekniikkaa ajon ohessa?

- Töiden kuittaaminen jonkun teknisen laitteen avulla?

Miten suhtaudut siihen, että kävisit säännöllisesti saman asiakkaan luona? Onko parempi, että olisi ”omat” asiakkaat vai jatkuvaa vaihtelua?

[illegible]